

# **MOBPRO - Mobile Programming**

## **Zusammenfassung FS 2019**

Maurin D. Thalmann

6. Juni 2019

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Nützliche Links</b>	<b>3</b>
1.1 Android 1 - Grundlagen . . . . .	3
1.2 Android 2 - Benutzerschnittstellen . . . . .	3
1.3 Android 3 - Persistenz . . . . .	3
1.4 Android 4 - Kommunikation & Nebenläufigkeit . . . . .	4
1.5 Android 5 - Services, Broadcast Receiver . . . . .	4
1.6 Android 6 - Intents, App-Widgets, Fragments etc. . . . .	5
<b>2 Android 1 - Grundlagen</b>	<b>6</b>
2.1 Komponenten . . . . .	6
2.2 Das Android-Manifest . . . . .	7
2.3 Activities & Aufruf mit Intents . . . . .	7
2.3.1 Beispielauftrag Expliziter Intent . . . . .	8
2.3.2 Beispielauftrag Impliziter Intent . . . . .	9
2.4 Activities & Subactivities . . . . .	9
2.5 Lebenszyklus & Zustände von Applikationen/Activities . . . . .	9
2.5.1 Lifecycle einer Applikation . . . . .	10
2.6 Charakterisierung einer Activity . . . . .	11
2.6.1 Zustandsänderung - Hook-Methoden . . . . .	11
2.7 Android - Hinter den Kulissen . . . . .	12
2.7.1 Android-Security-Konzept . . . . .	13
<b>3 Android 2 - Benutzerschnittstellen</b>	<b>14</b>
3.1 GUI einer Activity . . . . .	14
3.2 XML-Layout . . . . .	15
3.2.1 Constraint-Layout . . . . .	15
3.2.2 LinearLayout . . . . .	15
3.3 Ressourcen, Konfigurationen und Internationalisierung . . . . .	16
3.4 UI-Event-Handling . . . . .	17
3.4.1 GUI-Events . . . . .	17
3.4.2 Exkurs: Data Binding . . . . .	18
3.5 Options-Menü . . . . .	19
3.6 Adapter-Views . . . . .	20
3.6.1 AdapterView & ListActivity . . . . .	20
3.6.2 android.widget.Spinner . . . . .	21
3.6.3 android.widget.ListView . . . . .	22
3.6.4 android.app.ListActivity . . . . .	22
3.7 ViewModel - Konfigurationswechsel & temporäre Datenspeicherung . . . . .	23
3.8 Rückmeldungen an den Benutzer . . . . .	24
3.8.1 Toast . . . . .	24
3.8.2 Alert-Dialog . . . . .	24
3.8.3 Notifications (Status-Bar) . . . . .	27
<b>4 Android 3 - Persistenz &amp; Content Providers</b>	<b>28</b>
4.1 (Shared) Preferences . . . . .	28
4.1.1 Darstellung User-Preferences . . . . .	28
4.1.2 PreferenceFragment . . . . .	30
4.1.3 Default-Präferenzen . . . . .	30
4.2 Dateisystem . . . . .	31
4.2.1 Exkurs: Permission-Model . . . . .	31
4.2.2 Exkurs ff: Runtime Permissions . . . . .	32
4.2.3 Exkurs ff: Persistenz mit Datei . . . . .	32
4.3 Datenbank (Room) . . . . .	33
4.3.1 Room - Code-Beispiele . . . . .	34
4.3.2 Room - Daten mit Entitäten definieren . . . . .	35

4.3.3	Room - Beziehungen modellieren . . . . .	35
4.4	Mit DAOs auf Daten zugreifen . . . . .	36
4.4.1	Convenience Queries . . . . .	36
4.4.2	Custom Queries mit @Query . . . . .	37
4.5	DB-Einträge in einer Liste anzeigen . . . . .	38
4.6	Content Providers . . . . .	39
4.6.1	Standard Content Providers . . . . .	39
4.7	Exkurs : RESTful Webservices . . . . .	39
4.8	Content Resolver & Content Provider . . . . .	40
4.8.1	Zugriff auf Daten über Content Resolver & Query . . . . .	40
4.9	Eigener Content Provider . . . . .	41
<b>5</b>	<b>Android 4 - Kommunikation &amp; Nebenläufigkeit</b> . . . . .	<b>42</b>
5.1	Nebenläufigkeit . . . . .	42
5.1.1	Android und der Main-Thread . . . . .	42
5.1.2	Android-Überwachung - ANR (Application Not Responding) . . . . .	42
5.2	Nebenläufigkeit: AsyncTask . . . . .	44
5.2.1	Einige Demos aus dem Unterricht . . . . .	45
5.3	Nebenläufigkeit: Threads . . . . .	47
5.4	(Backend-) Kommunikation über HTTP . . . . .	47
5.4.1	HTTP-Requests absetzen . . . . .	48
5.5	JSON-Webservices mit Retrofit konsumieren . . . . .	49
5.5.1	JSON Parsing mit GSON . . . . .	49
5.5.2	Retrofit . . . . .	49
<b>6</b>	<b>Android 5 - Services &amp; Broadcast Receiver</b> . . . . .	<b>51</b>
6.1	Service-Komponente . . . . .	51
6.1.1	Service-Konzept . . . . .	51
6.1.2	Lebensarten & Lifecycle-Methods eines Service . . . . .	51
6.1.3	Demo-Code eines Foreground-MusicPlayer-Service . . . . .	53
6.1.4	Allgemeines Muster & „Stickyness“ von Services . . . . .	54
6.1.5	Gebundene Services . . . . .	54
6.1.6	Fortführung Demo Service . . . . .	56
6.2	Broadcast Receiver . . . . .	57
6.2.1	Broadcasts versenden . . . . .	57
6.2.2	Globaler Broadcast Receiver . . . . .	57
6.2.3	Lokale Broadcasts - „App Message Bus“ . . . . .	58
6.3	Work Manager & Broadcasts . . . . .	59
<b>7</b>	<b>Android 6 - Intents, Fragments, App-Widgets</b> . . . . .	<b>60</b>
7.1	Intent Filters . . . . .	60
7.1.1	Implizite Intents: Daten . . . . .	60
7.1.2	Implizite Intents: Auflösung von Intents . . . . .	61
<b>8</b>	<b>Android 7 - Hybrid WebApp</b> . . . . .	<b>62</b>
<b>9</b>	<b>Android 8 - Entwicklungsansätze</b> . . . . .	<b>62</b>

# 1 Nützliche Links

## 1.1 Android 1 - Grundlagen

- **Referenz-Liste aller Android-Versionen**  
[https://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_von\\_Android-Versionen](https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Android-Versionen)
- **Android Developers | Startseite**  
<https://developer.android.com/>
- **Android Developers | Developer Guide**  
<https://developer.android.com/guide>
- **Android Developers | Package Index (APIs)**  
<https://developer.android.com/reference>
- **Android Developers | Android Platform Architecture**  
<https://developer.android.com/guide/platform/>

## 1.2 Android 2 - Benutzerschnittstellen

- **Android Developers | ViewGroup.LayoutParams**  
<https://developer.android.com/reference/android/view/ViewGroup.LayoutParams.html>
- **Android Developers | Unterschiedliche Screen Sizes**  
<https://developer.android.com/training/multiscreen/screensizes.html>
- **Android Developers | Debug mit Layout Inspector**  
<https://developer.android.com/studio/debug/layout-inspector.html>
- **Responsive UI mit ConstraintLayout**  
<https://developer.android.com/training/constraint-layout/index.html>
- **Medium | Einführung in Android's ConstraintLayout**  
<https://medium.com/exploring-android/exploring-the-new-android-constraintlayout-eed37fe8d8f1>
- **Android Developers | LinearLayout**  
<https://developer.android.com/reference/android/widget/LayoutParams.html>
- **Android Developers | Screen Compatibility**  
[https://developer.android.com/guide/practices/screens\\_support.html#qualifiers](https://developer.android.com/guide/practices/screens_support.html#qualifiers)
- **Wikipedia | ISO Language Codes**  
[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_ISO\\_639-1\\_codes](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_ISO_639-1_codes)
- **Wikipedia | ISO Country Codes**  
[https://en.wikipedia.org/wiki/ISO\\_3166-1](https://en.wikipedia.org/wiki/ISO_3166-1)
- **Android Developers | Best-Matching Resource**  
<https://developer.android.com/guide/topics/resources/providing-resources.html#BestMatch>
- **Android Developers | android.widget (View-Klassen APIs Summary)**  
<https://developer.android.com/reference/android/widget/package-summary.html>
- **Android Developers | Data Binding Library**  
<https://developer.android.com/topic/libraries/data-binding>
- **Android Developers | eigenes CustomToastView Layout**  
<https://developer.android.com/guide/topics/ui/notifiers/toasts.html#CustomToastView>
- **Android Developers | DialogFragment**  
<https://developer.android.com/guide/topics/ui/dialogs.html#DialogFragment>

## 1.3 Android 3 - Persistenz

- **Android Developers | Permissions (Übersicht)**  
<https://developer.android.com/guide/topics/permissions/overview>
- **Github | PermissionsDispatcher**  
<https://github.com/permissions-dispatcher/PermissionsDispatcher>
- **Android Developers | SQLite (*nicht empfohlen*)**  
<https://developer.android.com/training/data-storage/sqlite.html>
- **Android Developers | Room**  
<https://developer.android.com/training/data-storage/room/index.html>

- **Android Developers | RecyclerView**  
<https://developer.android.com/guide/topics/ui/layout/recyclerview>
- **CodeLabs | Android Room with a View(Model)**  
<https://codelabs.developers.google.com/codelabs/android-room-with-a-view/#0>
- **Android Developers | Room - Queries in Klassen kapseln**  
<https://developer.android.com/training/data-storage/room/creating-views>
- **Android Developers | Room - Observable Queries mit LiveData**  
<https://developer.android.com/training/data-storage/room/accessing-data#query-observable>
- **Android Developers | Room - Datenbank migrieren (bspw. bei App-Updates)**  
<https://developer.android.com/training/data-storage/room/migrating-db-versions>
- **Android Developers | Room - Datenbank testen**  
<https://developer.android.com/training/data-storage/room/testing-db>
- **Android Developers | Room - TypeConverter: Objekt-Referenzen in DB**  
<https://developer.android.com/training/data-storage/room/referencing-data>
- **Android Developers | Calendar Provider**  
<https://developer.android.com/guide/topics/providers/calendar-provider.html>
- **Android Developers | Contacts Provider**  
<https://developer.android.com/guide/topics/providers/contacts-provider.html>

## 1.4 Android 4 - Kommunikation & Nebenläufigkeit

- **Android Developers | ANR - Keep your App responsive**  
<https://developer.android.com/training/articles/perf-anr.html>
- **Android Developers | Background Processing**  
<https://developer.android.com/guide/background/>
- **Android Developers | Threading**  
<https://developer.android.com/topic/performance/threads>
- **Android Developers | Prozesse & Threads (Übersicht)**  
<https://developer.android.com/guide/components/processes-and-threads.html>
- **Android Developers | AsyncTask**  
<https://developer.android.com/reference/android/os/AsyncTask?hl=en>
- **Android Developers | Verhaltensänderungen aller Apps**  
<https://developer.android.com/about/versions/pie/android-9.0-changes-all?hl=en>
- **HTTP Definition**  
<https://tools.ietf.org/html/rfc2616>
- **Github | OkHttpClient**  
<http://square.github.io/okhttp/>
- **Github | Retrofit**  
<https://square.github.io/retrofit/>
- **JSON Informations**  
<http://json.org>
- **JSON Formatter & Validator**  
<https://jsonformatter.curiousconcept.com/>
- **Acronime REST Service Doku**  
<http://www.nactem.ac.uk/software/acromine/rest.html>

## 1.5 Android 5 - Services, Broadcast Receiver

- **Android Developers | Services Overview**  
<https://developer.android.com/guide/components/services.html>
- **Android Developers | Service**  
<https://developer.android.com/reference/android/app/Service.html>
- **Android Developers | BroadcastReceiver**  
<https://developer.android.com/reference/android/content/BroadcastReceiver>
- **Android Developers | WorkManager**  
<https://developer.android.com/topic/libraries/architecture/workmanager>

## 1.6 Android 6 - Intents, App-Widgets, Fragments etc.

- **Android Developers | Intents & Intent Filters**  
<https://developer.android.com/guide/components/intents-filters.html>
- **Android Developers | PackageManager**  
<https://developer.android.com/reference/android/content/pm/PackageManager.html>
- **Android Developers | Fragments**  
<https://developer.android.com/guide/components/fragments.html>
- **Android Developers | App Widgets Overview**  
<https://developer.android.com/guide/topics/appwidgets/overview>
- **Android Developers | Build an App Widget**  
<https://developer.android.com/guide/topics/appwidgets/index.html>
- **Android Developers | Design for Android**  
<https://developer.android.com/design/>
- **Material Design**  
<https://material.io/design/>
- **Android Asset Studio**  
<https://romannurik.github.io/AndroidAssetStudio/index.html>
- **Android Developers | Add the App Bar**  
<https://developer.android.com/training/appbar/index.html>
- **Android Developers | Navigation (Wireframing)**  
<https://developer.android.com/guide/navigation#wireframe>
- **Android Developers | Support Library**  
<https://developer.android.com/topic/libraries/support-library/index.html>
- **Android Developers | Support Library Setup**  
<https://developer.android.com/topic/libraries/support-library/setup>
- **Android Developers | Android Jetpack (AndroidX)**  
<https://developer.android.com/jetpack>
- **Android Developers | Migrating to AndroidX**  
<https://developer.android.com/jetpack/androidx/migrate>
- **Android Developers | Publish your App**  
<https://developer.android.com/studio/publish>
- **Android Developers | Launch your app worldwide**  
<https://developer.android.com/distribute/best-practices/launch>
- **Android Developers | Alternative distribution options**  
<https://developer.android.com/distribute/marketing-tools/alternative-distribution>
- **Android Developers | Launch checklist**  
<https://developer.android.com/distribute/best-practices/launch/launch-checklist.html>
- **Wikipedia | Android Application Package**  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Android\\_application\\_package](https://en.wikipedia.org/wiki/Android_application_package)
- **ProGuard**  
<https://stuff.mit.edu/afs/sipb/project/android/sdk/android-sdk-linux/tools/proguard/docs/index.html#manual/introduction.html>
- **Guardsquare | ProGuard and R8: Comparison of Optimizers**  
<https://www.guardsquare.com/en/blog/proguard-and-r8>
- **Text**  
link

## 2 Android 1 - Grundlagen

Informationen zur Androidprogrammierung können stets dem Android Developer Guide entnommen werden unter: [developer.android.com](http://developer.android.com) Apps sollen grundsätzlich gegen das aktuellste API entwickelt werden, aktuell API Level 28 Android 9 „Pie“. Im Gradle-Build-Skript werden deshalb folgende SDK-Versionen festgehalten:

**minSdkVersion** Mindestanforderung an die SDK, Minimum-Version

**targetSdkVersion** Ziel-SDK-Version, auf welcher die App lauffähig sein soll

**compileSdkVersion** Version mit welcher die App (APK) erstellt wird, meist gleich der Target-Version

**ART (Android Runtime)** verwaltet Applikationen bzw. deren einzelne Komponenten:

- Komponente kann andere Komponente mit Intent-Mechanismus aufrufen
- Komponenten müssen beim System registriert werden (teilweise mit Rechten = Privileges)
- System verwaltet Lebenszyklus von Komponenten: Gestartet, Pausiert, Aktiv, Gestoppt, etc.

### 2.1 Komponenten

Applikationen sind aus Komponenten aufgebaut, die App verwendet dabei eigene Komponenten (min. eine) oder Komponenten von anderen, existierenden Applikationen.

Name	Beschreibung
<b>Activity</b>	UI-Komponente, entspricht typischerweise einem Bildschirm
<b>Service</b>	Komponente ohne UI, Dienst läuft typischerweise im Hintergrund
<b>Broadcast Receiver</b>	Event-Handler, welche auf App-interne oder systemweite Broadcast-Nachrichten reagieren
<b>Content Provider</b>	Komponente, welche Datenaustausch zwischen versch. Applikationen ermöglicht

**Activity** entspricht einem Bildschirm, stellt UI-Widgets dar, reagiert auf Benutzer-Eingabe & -Ereignisse. Eine App besteht meist aus mehreren Activities / Bildschirmen, die auf einem „Stack“ liegen.

Basisklasse: `android.app.Activity`

**Service** läuft typischerweise im Hintergrund für unbeschränkte Zeit, hat keine graphische Benutzeroberfläche (UI), ein UI für ein Service wird immer von einer Activity dargestellt.

Basisklasse: `android.app.Service`

**Broadcast Receiver** ist eine Komponente, welche Broadcast-Nachrichten empfängt und darauf reagiert. Viele Broadcasts stammen vom System (Neue Zeitzone, Akku fast leer,...), App kann aber auch interne Broadcasts versenden.

Basisklasse: `android.content.BroadcastReceiver`

**Content Provider** ist die einzige direkte Möglichkeit zum Datenaustausch zwischen Android-Apps. Bieten Standard-API für Suchen, Löschen, Aktualisieren und Einfügen von Daten.

Basisklasse: `android.content.ContentProvider`

## 2.2 Das Android-Manifest

**AndroidManifest.xml** dient dazu, alle Komponenten einer Applikation dem System bekannt zu geben. Es enthält Informationen über Komponenten der Applikation, statische Rechte (Privileges), Liste mit Erlaubnissen (Permissions), ggf. Einschränkungen für Aufrufe (Intent-Filter). Es beschreibt die statischen Eigenschaften einer Applikation, beispielsweise:

(Diese Infos werden bei der App-Installation im System registriert, zusätzliche Infos (Version, ID, etc.) befinden sich im Gradle-Build-Skript (können build-abhängig sein))

- Java-Package-Name
- Benötigte Rechte (Internet, Kontakte, usw.)
- Deklaration der Komponenten
  - Activities, Services, Broadcast Receivers, Content Providers
  - Name (+ Basis-Package = Java Klasse)
  - Anforderungen für Aufruf (Intent) für A, S, BR
  - Format der gelieferten Daten für CP

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    package="ch.hslu.mobpro.hellohslu">

    <application
        android:allowBackup="true"
        android:icon="@mipmap/ic_launcher"
        android:label="@string/app_name"
        android:supportsRtl="true"
        android:theme="@style/AppTheme">
        <activity
            android:name=".MainActivity"
            android:label="@string/app_name"
            android:theme="@style/AppTheme.NoActionBar">
            <intent-filter>
                <action android:name="android.intent.action.MAIN" />
                <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
            </intent-filter>
        </activity>
    </application>
</manifest>
```

Abbildung 1: Beispiel eines Android-Manifests

## 2.3 Activities & Aufruf mit Intents

Zwischen Komponenten herrscht das Prinzip der losen Kopplung:

- Komponenten rufen andere Komponenten über Intents (= Nachrichten) auf
- Offene Kommunikation: Sender weiß nicht ob Empfänger existiert
- Parameterübergabe als Strings (untypisiert)
- Parameter: von Empfänger geprüft, geparsst & interpretiert (oder ignoriert)
- Keine expliziten Abhängigkeiten → Robuste Systemarchitektur

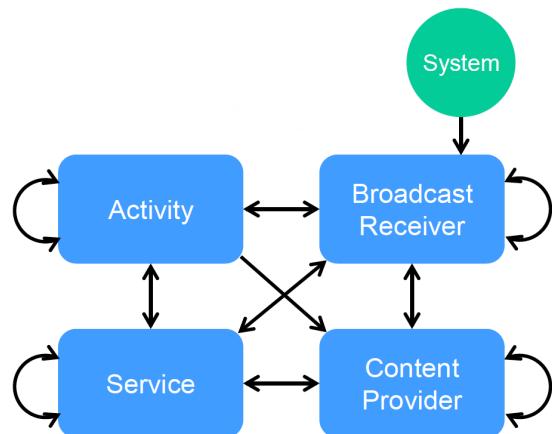


Abbildung 2: Kommunikation zwischen Komponenten mit Intents

Intents werden benutzt, um Komponenten zu benachrichtigen oder um Kontrolle zu übergeben. Es gibt folgende zwei Arten von Intents:

**Explizite Intents** adressieren eine Komponente direkt

**Implizite Intents** beschreiben einen geeigneten Empfänger

**WICHTIG:** Activities müssen immer im Manifest deklariert werden, da sie sonst nicht als „public“ gelten und eine Exception schmeissen. Das geht auch ganz einfach folgendermassen im Manifest unter „application“:

---

```

1   <activity android:name=".Sender" />
2   <activity android:name=".Receiver" />
```

---

### 2.3.1 Beispelaufruf Expliziter Intent

#### Sender Activity:

---

```

1   public void onClickSendBtn(final View btn) {
2       Intent intent = new Intent(this, Receiver.class);
3       // Receiver.class ist hier der explizite Empfänger
4       intent.putExtra("msg", "Hello World!");
5       startActivity(intent);
6   }
```

---

#### Receiver Activity:

---

```

1   public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
2       // ...
3       Intent intent = getIntent();
4       String msg = intent.getExtras().getString("msg");
5       displayMessage(msg);
6   }
```

---

### 2.3.2 Beispielaufruf Impliziter Intent

**Sender Activity:**

```
1 Intent browserCall = new Intent();
2 browserCall.setAction(Intent.ACTION_VIEW);
3 browserCall.setData(Uri.parse("http://www.hslu.ch"));
4 startActivity(browserCall);
```

`ACTION_VIEW` ist hierbei kein expliziter Empfängertyp, sondern nur eine gewünschte Aktion. Die mitgegebene URL wird auch ein *Call Parameter* genannt. Gesucht ist in diesem Fall eine Komponente, welche eine URL anzeigen/verwenden kann.

## 2.4 Activities & Subactivities

**Activity Back Stack:** Activities liegen aufeinander wie ein Stapel Karten, neuste Activity zuoberst und in der Regel ist nur diese sichtbar (Durch Transparenz sind hier Ausnahmen möglich). Durch „back“ oder „finish“ wird die oberste Karte entfernt und man kehrt zur zweitletzten Activity zurück. Mehrere Instanzen derselben Activity wären mehrere solche Karten, das Verhalten kann jedoch konfiguriert werden (z.Bsp. maximal eine Instant, mehrere Activities öffnen, etc.)

**(Sub-)Activities und Rückgabewerte:** Eine Activity kann Rückgabewerte einer anderen (Sub-)Activity erhalten.

```
1 // 1. Aufruf der SubActivity mit
2 startActivityForResult(intent, requestId)
3
4 // 2. SubActivity setzt am Ende Resultat mit
5 setResult(resultCode, intent) // intent als Wrapper fuer Rueckgabewerte
6
7 // 3. SubActivity beendet sich mit
8 finish()
9
10 // 4. Nach Beendung der SubActivity wird folgendes im Aufrufer aufgerufen:
11 onActivityResult(requestId, resultCode, intent)
12 // resultCode: RESULT_OK, RESULT_CANCELED
```

## 2.5 Lebenszyklus & Zustände von Applikationen/Activities

Das System kann Applikationen bei knappem Speicher ohne Vorwarnung terminieren (nur Activities im Hintergrund, dies geschieht unbemerkt vom User, die App wird bei Zurücknavigation wiederhergestellt). Eine Applikation kann ihren Lebenszyklus demnach nicht kontrollieren und muss in der Lage sein, ihren Zustand speichern und wieder laden zu können. Applikationen durchlaufen mehrere Zustände in ihrem Lebenszyklus, Zustandsübergänge rufen Callback-Methoden auf (welche von uns überschrieben werden können).

**Activity-Zustände:**

Zustand	Beschreibung
<b>Running</b>	Die Activity ist im Vordergrund auf dem Bildschirm (zuoberst auf dem Activity-Stack für die aktuelle Aufgabe).
<b>Paused</b>	Die Activity hat den Fokus verloren, ist aber immer noch sichtbar für den Benutzer.
<b>Stopped</b>	Die Activity ist komplett verdeckt von einer andern Activity. Der Zustand der Activity bleibt jedoch erhalten.

### 2.5.1 Lifecycle einer Applikation

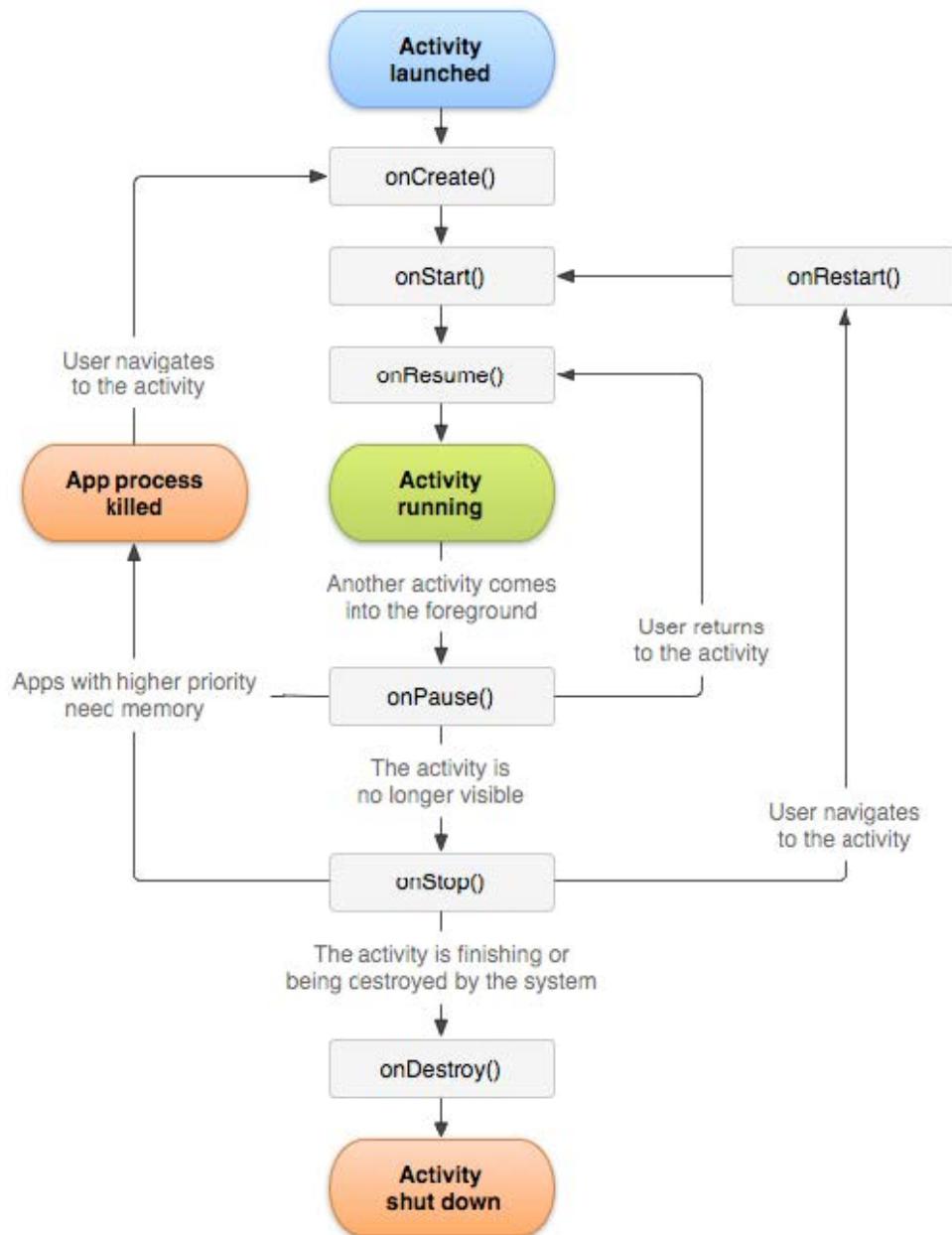


Abbildung 3: Lifecycle einer Applikation

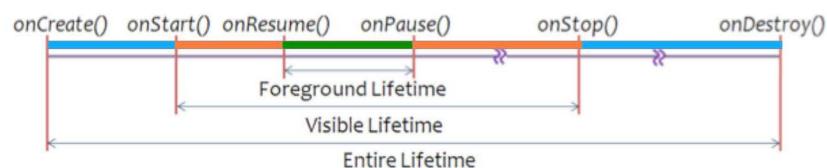


Abbildung 4: Lebenszeiten der einzelnen App-Zustände

## 2.6 Charakterisierung einer Activity

- Muss im Manifest deklariert werden
- GUI-Controller
  - Repräsentiert eine Applikations-/Bildschirmseite
  - Definiert Seitenlayout und GUI-Komponenten
  - Kann aus Fragmenten (= „Sub-Activities“) aufgebaut sein
  - Reagiert auf Benutzereingaben
  - Beinhaltet Applikationslogik für dargestellte Seite

Beispiel einer Activity:

---

```
1 public class Demo extends Activity {
2     // Called when the Activity is first created
3     public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
4         super.onCreate(savedInstanceState);
5         setContentView(R.layout.main); // Definiert Layout und UI
6     }
7 }
```

---

### 2.6.1 Zustandsänderung - Hook-Methoden

Das System benachrichtigt Activities durch Aufruf einer der folgenden Methoden der Klasse *Activity*:

- void onCreate(Bundle savedInstanceState)
- void onStart() / void onRestart()
- void onResume()
- void onPause() → bspw. Animation stoppen
- void onStop()
- void onDestroy() → bspw. Ressourcen freigeben

Durch das Überschreiben dieser Methoden können wir uns in den Lebenszyklus einklinken. Immer **super()** aufrufen, sonst wirft es eine Exception.

## 2.7 Android - Hinter den Kulissen

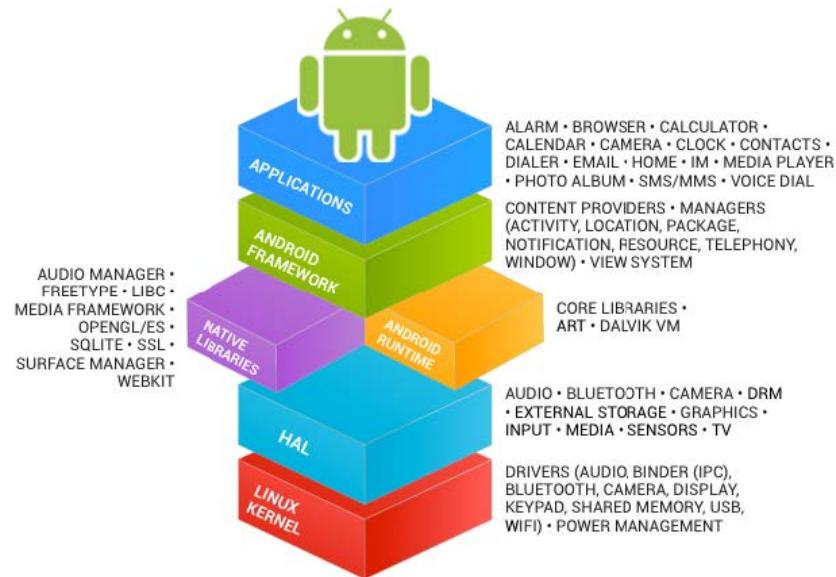


Abbildung 5: Der Android-Stack

- **Linux-Kernel:** OS, FS, Security, Drivers, ...
- **HAL (Hardware Abstraction Layer):** Camera-, Sensor-, ... Abstraktion
- **ART (Android Runtime)**
  - Jede App in eigenem Prozess
  - Optimiert für mehrere JVM auf low-memory Geräten
  - Eigenes Bytecode-Format (Crosscompiling)
  - JIT und AOT Support
- **Native C/C++ Libraries:** Zugriff via Android NDK
- **Android Framework:** Android Java API
- **Applications:** System- und eigene Apps

### 2.7.1 Android-Security-Konzept

#### Sandbox-Konzept:

- Jede laufende Android-Anwendung hat seinen eigenen Prozess, Benutzer, ART-Instanz, Heap und Dateisystembereich → jedes App hat eigenen Linux-User
- Das Berechtigungssystem von Linux ist Benutzer-basiert, es betrifft deshalb sowohl den Speicherzugriff wie auch das Dateisystem.
- Anwendungen signieren: erschwert Code-Manipulationen und erlaubt das Teilen einer Sandbox bei gleicher sharedUser-ID
- Berechtigungen werden im Manifest deklariert, kontrollierte Öffnung der Sandbox-Restriktionen

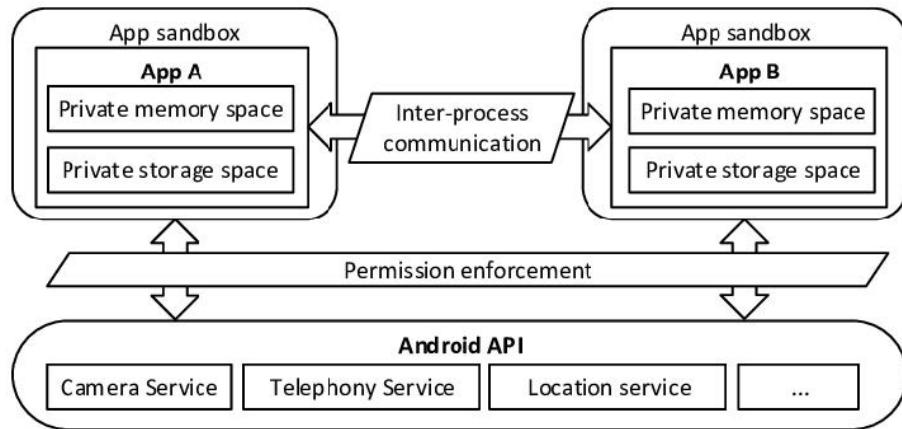


Abbildung 6: Android Security-Modell

## 3 Android 2 - Benutzerschnittstellen

### 3.1 GUI einer Activity

GUI wird als XML definiert, der Name resultiert in einer Konstante: `R.layout.xxx`. Diese wird im `onCreate()` einer Activity mit `setContentView()` angegeben.

```
<ScrollView xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent">

    <LinearLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:orientation="vertical"
        android:padding="@dimen/padding">

        <TextView
            android:layout_width="match_parent"
            android:layout_height="wrap_content"
            android:paddingBottom="@dimen/padding"
            android:text="@string/main_title"
            android:textSize="@dimen/textSizeTitle" />

        <TextView
            android:layout_width="match_parent"
```

Abbildung 7: Beispiel eines XML für ein Layout

Je nach Layout müssen die Elemente unterschiedlich konfiguriert werden, was bei der Arbeit mit dem Layout-Editor nicht offensichtlich, aber trotzdem gut zu wissen ist.

Ein Android-UI ist hierarchisch aufgebaut und besteht aus **ViewGroups** (Container für Views oder weitere ViewGroups, angeordnet durch Layout) und **Views** (Widgets). Sollte auf unterschiedlichen Bildschirmgrößen gleich aussehen (Elemente deshalb **relativ** und nicht absolut positionieren)

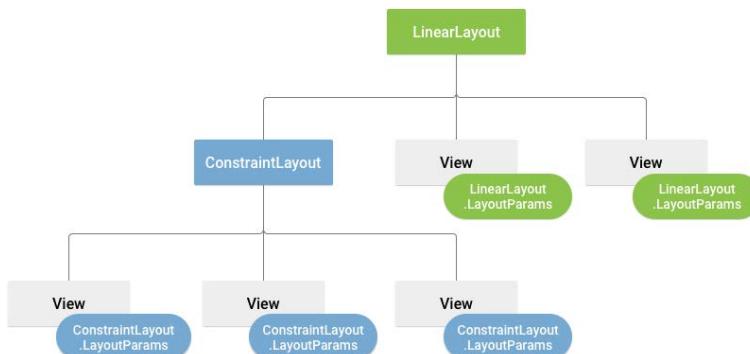


Abbildung 8: Layout-Varianten bei Android

Schachtelung möglich, aber nicht effizient, wenn möglich immer das Constraint-Layout verwenden. Layouts spezifiziert man auf zwei verschiedene Arten:

- **Statisch / Deklarativ (XML)**
  - Grundsätzlich in MOBPRO verwendet, bietet viele Vorteile (Deklarativ, weniger umständlich als Code, Struktur eminent, Umformungen ohne Rekomplilierung möglich...)
    - Deklarative Beschreibung des GUI als Komponentenbaum
    - XML-Datei unter `res/layout`
    - Referenzen auf Bilder/Texte/etc.
    - Typischerweise ein XML pro Activity
- **Dynamisch (in Java)**
  - Jedes XML hat eine korrespondierende Java-Klasse, XML → Java = Inflating
    - Aufbau und Definition des GUI im Java-Code
    - Normalerweise nicht nötig: die meisten GUIs haben fixe Struktur
    - Änderung von Eigenschaften während Laufzeit ist normal (Bsp. Visibility, Ausblenden einer View, wenn nicht benötigt)

## 3.2 XML-Layout

- Jedes Layout ist ein eigenes XML-File
  - Root-Element = View oder ViewGroup
  - Kann Standard- oder eigene View-Klassen enthalten
- XML können mit Inflater „aufgeblasen“ bzw. instanziert werden, damit eigene wiederverwendbare Komponenten/Templates/Prototypen erzeugt werden können
- Innere Elemente können unterhalb eines Parents via View-ID referenziert werden (`findViewById()`)
- Debugging mit dem Layout-Inspector

### 3.2.1 Constraint-Layout

- Erstellung von komplexen Layouts, ohne zu schachteln
- Elemente werden relativ mit Bedingungen platziert
  - zu anderen Elementen
  - zum Parent-Container
  - Element-Chains (spread/pack)
- Layout-Hilfen (Hilfslinien, Barriers)

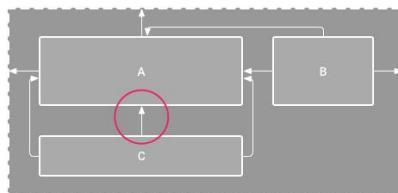


Abbildung 9: Constraint Layout

### 3.2.2 LinearLayout

- Reihet Elemente neben-/untereinander auf
  - kann geschachtelt werden, um Zeilen/-Spalten zu formen (nicht zu tief, sonst schlechte Performanz)
- Eigenschaften:  
(`orientation`, `gravity`, `weightSum`, etc.)
- Layout-Parameter für Children
  - `layout_width`, `layout_height`
  - `layout_margin...`
  - `layout_weight`, `layout_gravity`

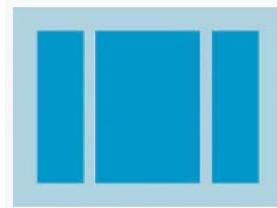


Abbildung 10: LinearLayout

#### Warum nutzt man trotzdem noch LinearLayout?

- Nach wie vor einfachste Lösung für Button- oder Action-Bars („flow semantik“) und einfache Screens
- Kaum Konfiguration nötig, robust
- Für scrollbare Listen mit dynamischer Anzahl Elementen besser `ListView` verwenden (siehe Adapter-Views)
- Einsatz mit Bedacht durchaus sinnvoll

Es gibt noch die **ScrollView**, deren Nutzung vertikales Scrollen bei zu grossen Layouts erlaubt, sie kann jedoch nur ein Kind haben und enthält typischerweise das Top-Level-Layout einer Bildschirmseite.

**Pixalangaben** (*Typischerweise werden Angaben in dp verwendet, ausser sp bei Schriftgrößen.*)

- **dp - density-independent:**  
Passen sich der physischen Dichte des Screens an, dp passen sich gegenüber den realen Dimensionen eines Screens und dessen Verhältnisse an.
- **sp - scale-independent:**  
Ähnlich der dp-Einheit, passt sich jedoch der Schriftskalierung des Nutzers an.
- **px - Pixels:**  
Passen sich der Anzahl Pixel eines Bildschirms an, deren Nutzung wird nicht empfohlen.

### 3.3 Ressourcen, Konfigurationen und Internationalisierung

**Ressourcen** sind alle Nicht-Java-Teile einer Applikation und sind im /res-Verzeichnis abgelegt, sogenannte ausgelagerte Konstanten-Definitionen. Sie werden im Layout und Java-Code über die **automatisch generierte R-Klasse** mit ID-Konstanten (int) referenziert. Kontextabhängige Ressourcen sind möglich z.Bsp. für Sprache, Gerätetyp, Orientierung, ...

**Beispiele:** Strings, Styles, Colors, Dimensionen, Bilder (drawables), Layouts (portrait, landscape), Array-Werte (z.Bsp. für Spinner) und Menü-Items

```
<TextView  
    android:layout_width="match_parent"  
    android:layout_height="wrap_content"  
    android:layout_marginBottom="@dimen/marginBottom"  
    android:background="@color/sectionBackground"  
    android:padding="@dimen/padding"  
    android:text="@string/main_section1"  
    android:textColor="@color/sectionText" />
```

(a) Referenz in XML mit @

```
public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {  
    super.onCreate(savedInstanceState);  
    setContentView(R.layout.activity_main);
```

(b) Referenz in Code über R-Klasse, diese wird beim Build automatisch generiert

Für verschiedene Systemkonfigurationen benötigt es unterschiedliche Ausprägungen einer Ressource, beispielsweise:

- **Internationalisierung:** komplette/teilweise Übersetzung, für diese werden unterschiedliche Ordner je nach Land/Sprache und separate .xml angelegt
- **Auflösungsklassen:** ldpi (120dpi), mdpi (160dpi), hdpi (240dpi), xhdpi (320dpi)
- **Orientierung des Displays:** landscape / portrait
- Verschiedene **HW-Modelle:** HTC, Samsung, Sony, LG, ...

Default-Verzeichnisse sind innerhalb von res/ angelegt: drawable, layout, menu, values, ...

Bei spezifischen Konfigurationen werden meist Kopien der Default-Verzeichnisse/Ordner mit einem Suffix angelegt, bspw. res/values-de-rCH, in welchen dann die Ressourcen (XML) erneut angelegt werden.

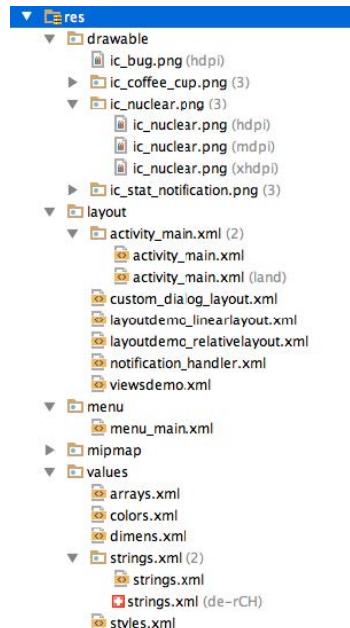


Abbildung 12: Beispiel der Default-Ressourcen

## 3.4 UI-Event-Handling

- Jedes View-Element hat eine entsprechende Java-Klasse (auch View-Groups!)  
→ Layout könnte auch dynamisch in Java programmiert werden
- APIs der einzelnen View-Klassen sind hier oder unter „Nützliche Links“ genauer beschrieben

```
<TextView  
    android:id="@+id/message_label"  
    android:layout_width="wrap_content"  
    android:layout_height="wrap_content" />  
  
// Show message on dedicated text view  
private void displayMessage(String message) {  
    TextView label = (TextView)findViewById(R.id.message_label);  
    label.setText(message);  
}
```

Abbildung 13: ID im Layout erfassen und Referenz im Code

### 3.4.1 GUI-Events

- **Observer/Listener:** einen Listener für ein entsprechendes Event bei der View registrieren, bspw. bei Button myButton:  
myButton.setOnClickListener(listener)
- **verschiedenste Event- und Listener-Typen:**  
OnClickListener, OnLongClickListener, OnKeyListener, OnTouchListener,  
OnDragListener, ...  
→ public static Interfaces der Klasse View

**Ziel:** Auf Klick-Event eines Buttons reagieren

- Button muss eine ID haben im layout.xml
- Registrierung eines Listeners an die View (Button) im Code:

---

```
1 Button button = (Button) findViewById(R.id.question_button_done);  
2 button.setOnClickListener(new OnClickListener() {  
3     @Override  
4     public void onClick(View v) {  
5         // handler code  
6         buttonClicked();  
7     }  
8 });
```

---

#### onClick-Event-Registrierung in XML

```
<Button  
    android:layout_width="fill_parent"  
    android:layout_height="wrap_content"  
    android:onClick="increaseInternalCounter"  
    android:layout_marginBottom="@dimen/marginBottom"  
    android:text="@string/main_increaseInternalCounter" />
```

Abbildung 14: Definition onClick-Handler im Layout → so nur für onClick-Events

---

```
1 // Implementierung onClick-Handler-Methode in der Activity  
2 public void increaseInternalCounter(View button){  
3     // ... handler code ...  
4 }
```

---

### 3.4.2 Exkurs: Data Binding

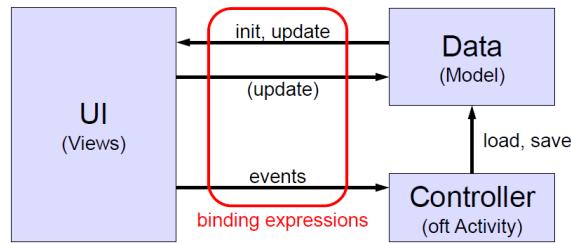


Abbildung 15: Modell für Data Binding

**Data Binding:** separiert UI und Daten, synchronisiert UI mit Daten (1-, resp. 2-way-binding), verwendet «binding expressions» mit @.. Syntax im Layout-File, um View-Attribute zu initialisieren. Anbei ein Beispiel (auskommentiert):

---

```

1  <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2  <layout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android">
3      <data>
4          <variable name="model" type="org.example.MyModel"/>
5      </data> // Definition der Layout-Variablen
6      <LinearLayout ...>
7          <Button
8              android:id="@+id/button"
9              ...
10             android:enabled="@{model.user.role == 'admin'}"
11             android:text="@{model.buttonText}" // Data Binding (1-way)
12             ...
13             android:onClick="@{() -> model.increaseClickCount() }" /> // Event Binding
14         <EditText
15             android:id="@+id/input"
16             ...
17             android:text="@{model.inputText}"/> // Data Binding (2-way)
18     </LinearLayout>
19  </layout>
20
21  protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
22      super.onCreate(savedInstanceState);
23      ActivityMainBinding binding = DataBindingUtil.setContentView(...);
24      model = new MainModel();
25      model.load();
26      binding.setModel(model);
27      // Binden der Layout-Daten auf effektive Daten
28      // z.B. ViewModel mit Observables
29  }
  
```

---

### 3.5 Options-Menü

- Android-Apps können oben rechts ein Menü mit Optionen anbieten
- Erzeugung durch Aufruf *Hook* in der Activity-Klasse:  
`onCreateOptionsMenu(Menu menu)`

– Hier kann ein Menü mit Einträgen bestückt werden  
 – MenuInflater + XML benutzen oder Java oder beides

- Beim Klick auf Eintrag Aufruf eines anderen Hooks:  
`onOptionsItemSelected(MenuItem item)`

Für ein Options-Menü muss eine .xml-Datei (Bsp. `main_menu.xml`) im Ordner `res/menu` angelegt werden. Danach werden Informationen folgendermassen eingetragen:

```
<menu xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools" tools:context=".MainActivity">
    <item
        android:id="@+id/main_menu_finish"
        android:title="@string/menu_finish">
    </item>
    <item
        android:id="@+id/main_menu_startAllViews"
        android:title="@string/menu_startViewsDemo">
    </item>
</menu>
```

(a) Menü und Items in XML definieren

```
@Override
public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu) {
    super.onCreateOptionsMenu(menu);
    MenuInflater inflater = getMenuInflater();
    inflater.inflate(R.menu.menu_main, menu);
    return true;
}
```

(b) Menü mit MenuInflater aufblasen

Um bspw. einen String in einem Menüpunkt einzufügen, gibt es drei verschiedene Möglichkeiten:

```
menu.add(Menu.NONE, 239, Menu.NONE, "Menu Item 1");
menu.add(Menu.NONE, 333, Menu.NONE, getString(R.string.menu_mail));
menu.add(Menu.NONE, 923, Menu.NONE, R.string.menu_server);
```

Abbildung 17: Möglichkeiten zum Einlesen eines Strings

```
@Override
public boolean onOptionsItemSelected(MenuItem item) {
    if (super.onOptionsItemSelected(item)) {
        return true; // handled by super implementation
    }
    switch (item.getItemId()) {
        case R.id.main_menu_finish:
```

Abbildung 18: Event-Handling: Selektierung

## 3.6 Adapter-Views

Behandelt wird hier nur das synchrone Laden von kleinen/schnellen Datenquellen, für asynchrones Laden von langsamem/grossen Datenquellen konsultiere Doku über **Loaders**.



Abbildung 19: Aufgabe des Adapters

- Adapter → Verbindung zwischen Datenquelle und GUI
- Zapft *Datenquelle* an und liefert *AdapterView*
- Erzeugt (Sub-)Views pro gefundenes Datenelement
- Transformiert Daten ggf. in benötigtes Zielformat
- Datenquellen:  
String-Array, String-Liste, Bilder, Datenbank, ...

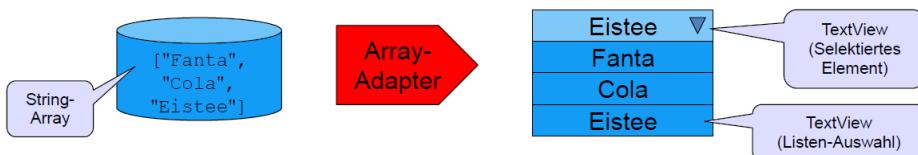


Abbildung 20: Beispiel eines ArrayAdapter

- Bindet irgend ein Array oder Liste mit beliebig getypeten Elementen an irgend eine AdapterView
- Für jedes Daten-Element wird eine SubView erzeugt
- **Default:** Erstellt TextView mit element.toString() -Wert

```
String[] myArray = new String[]{"Fanta", "Cola", "Eistee" };
ArrayAdapter<String> adapter =
    new ArrayAdapter<String>(this, android.R.layout.simple_list_item_checked, myArray);
this.setAdapter(adapter);
```

Abbildung 21: Beispiel einer AdapterView

### 3.6.1 AdapterViews & ListActivity

- **AdapterViews:** spezielle View-Klassen
  - Sind für Zusammenarbeit mit Adapters optimiert  
(Bsp.ListView, GridView, Gallery, Spinner, Stack,...)
  - Füllen Teile von sich mit von Adapters erzeugten Views
  - Leiten ab von android.widget.AdapterView<T extends android.widget.Adapter>
- Spezielle Activity: **ListActivity**
  - Vordefiniertes Layout (enthält eine ListView, kein XML nötig)
  - Vordefinierte Callbacks (bei Auswahl einer List-Entry)
  - Bietet Zugriff auf aktuelle Selektion / Datenposition

### 3.6.2 android.widget.Spinner

- ComboBox oder DropDownList genannt (weitere Alternative: AutoCompleteTextView)
- Zeigt ein ausgewähltes Element, bei Klick erscheint ein Auswahlmenü
- 2 Varianten, um Daten auf Spinner zu setzen:
  - Im Code mit Adapter:  
spinner.setAdapter(myAdapter)
  - Im XML mit Angabe einer String-Array-ID:  
android:entries="@array/spinnerValues"
- Listener setzen für Behandlung der Auswahl:  
spinner.setOnItemSelectedListener(...)

## Demo: Spinner (Siehe Übung 2)

### ▪ layout.xml

```
<Spinner
    android:id="@+id/main_spinner"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:entries="@array/itCourses"
    android:prompt="@string/main_spinnerPrompt" />
```

Beachte: Daten werden aus XML-Ressource geholt

### ▪ arrays.xml

```
<resources>
    <string-array name="itCourses">
        <item>Access: Aufbau</item>
        <item>Daten aus- und aufwerten mit Access und Excel</item>
        <item>SQL Server: Administration</item>
        <item>JavaScript: Aufbau (DHTML, DOM und AJAX)</item>
        <item>PHP-Applikationen mit HTML 5, jQuery und AJAX</item>
        <item>Sicherheit im Web: Einstieg</item>
        <item>Java: Einführung</item>
        ...
    </string-array>
```

### ▪ In der Activity-Klasse

```
spinner.setOnItemSelectedListener(new OnItemSelectedListener() {
    public void onItemSelected(AdapterView<?> parent, View view, int position, long id) {
        String selectedItem = (String) parent.getItemAtPosition(position);
```

Position der View in „ParentView“

Zeilen-ID des gewählten Werts bei DB-Query

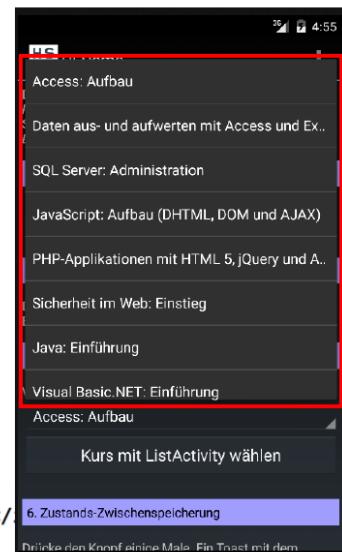


Abbildung 22: Übungs-Demo aus der Vorlesung SW02 - Spinner

### 3.6.3 android.widget.ListView

- Liste von Views/Items, die zur Auswahl stehen
- Braucht viel Platz! Meist wird ihr der ganze Bildschirm zugeteilt
- i.d.R. zusammen mit `ListActivity` verwendet, Verwendung:
  1. Navigiere zu eigener `ListActivity`
  2. Auswahl → Resultat setzen → `finish`
  3. Auswertung des Rückgabewert im Caller
- Konzeptionell identisch zum Spinner, jedoch andere Darstellung auf UI
  - Verwendungsentscheid:
    - \* Kurze Liste → Spinner
    - \* (Sehr) lange Listen → `ListView` / `ListActivity`
    - \* Kennt der User die möglichen Auswahlwerte → `AutoCompleteTextView`
  - Adapter- / Datendefinition grundsätzlich bei beiden gleich  
(d.h. im Code oder durch XML-Array)
  - Auswahlmodus: `setChoiceMode (ListView.CHOICE_MODE_*`  
→ Single- / Multiselection

### 3.6.4 android.app.ListActivity

- Spezielle Activity zur Darstellung einer `ListView`
- Vordefiniertes Layout (full-screen Liste)
  - `setContentView(...)` muss nicht aufgerufen werden
  - Aufruf i.d.R. mit `startActivityForResult(...)`
  - Vordefinierte vererbte Konfigurationsmethoden
    - \* `setListAdapter(adapter)` setzt Daten für die Liste
    - \* `getListView()` erlaubt Zugriff auf `ListView`-Instanz  
(anstelle von `findViewById(..) + Casten`)
- Callback bei der Auswahl
  - `onListItemClick (parentView, view, position, id)`  
Wird bei Auswahl aufgerufen (muss in Subklasse überschrieben werden, keine Listener-Registrierung nötig)

### Demo: ListView & ListActivity (Siehe Übung 2)

▪ Activity-Klasse (erbt von ListActivity!)

- Initialisierung der ListActivity mit Daten

```

@Override
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    // Attention: We do NOT set a layout! - ListActivity has already defined a layout.
    String[] courses = getResources().getStringArray(R.array.itCourses);
    ArrayAdapter<String> adapter =
        new ArrayAdapter<String>(this, android.R.layout.simple_list_item_checked, courses);
    this.setListAdapter(adapter);
    ListView listView = getListView();
    listView.setChoiceMode(ListView.CHOICE_MODE_SINGLE);
}

```

▪ Reagieren auf Selektion

```

@Override
protected void onListItemClick(ListView parent, View view, int position, long id) {
    // define return value
    Intent result = new Intent();
    String selectedItem = (String) parent.getItemAtPosition(position);
    result.putExtra(EXTRA_CLASS_KEY, selectedItem);
    // set return value
    setResult(RESULT_OK, result);
    // finish the activity
    finish();
}

```

Position der View in „ParentView“

Zeilen-ID des gewählten Werts bei DQ-Query

Abbildung 23: Übungs-Demo aus der Vorlesung SW02 - ListView / ListActivity

### 3.7 ViewModel - Konfigurationswechsel & temporäre Datenspeicherung

Bei jedem Konfigurationswechsel (z.B. Änderung Bildschirmorientation) wird die aktuelle Activity-Instanz zerstört und neu aufgebaut. Dabei besteht das Problem des **Zustandsverlusts**. Der Zustand aller Views mit einer ID (mit einigen Ausnahmen) wird automatisch gesichert und wiederhergestellt. Der **inhärente Zustand**, alles was nicht sichtbar und in Feldern gespeichert ist, geht jedoch verloren. Um entgegenzuwirken, kann ein **ViewModel** verwendet werden.

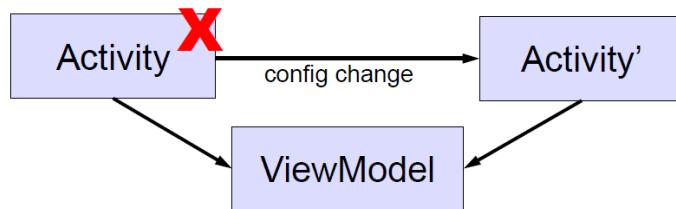


Abbildung 24: Position des ViewModels in der temp. Datenspeicherung

- Kapselt UI-Daten so, dass diese bei einer Konfigurationsänderung einer Activity in-memory erhalten bleiben (*Für den Fall eines App-Kills müssen Daten immer noch persistiert werden*)
- Lebensdauer mit der Activity gekoppelt
- Weniger Aufwand für Behandlung von Konfigurationsänderungen

```

dependencies {
    ...
    implementation 'androidx.lifecycle:lifecycle-extensions:2.0.0' // ViewModel and LiveData
    ...
}

public class MainViewModel extends ViewModel {
    private int counter = 0;

    public int incrementCounter() { return ++counter; }

    public int getCounter() { return counter; }
}

// in MainActivity
public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.activity_main);
    viewModel = ViewModelProviders.of(this).get(MainViewModel.class);

    counterLabel = findViewById(R.id.main_label_counter);
    updateCounterLabel();
}

// called on button click (see main.xml)
public void increaseInternalCounter(View button) {
    viewModel.incrementCounter();
    updateCounterLabel();
}
  
```

Zusätzliche Gradle dependency für ViewModel und Lifecycle Management

ViewModel = normales POJO, ggf. mit Handler-Methoden

Wäre noch viel einfacher mit DataBinding! (out-of-scope)

Erzeuge oder hole ViewModel-Instanz für diese Activity-Lebenszyklus-Instanz

Initialisierung UI aus ViewModel

Demo

Abbildung 25: Übungs-Demo aus der Vorlesung SW02 - ViewModel

## 3.8 Rückmeldungen an den Benutzer

### 3.8.1 Toast

- Kurze Rückmeldung (Popup) an den Benutzer, keine Interaktion möglich, verschwindet nach gewisser Zeit.
- Konfiguration: Text, Layout, Anzeigezeit (kurz/lang), Ort (gravity)
- Toasts mit eigenem Layout werden mit CustomToastView erstellt

Beispielcode zur Erstellung von Toasts:

```
1 // Default-Toast: Einzeiler
2 Toast.makeText(getApplicationContext(), "Das ist..", Toast.LENGTH_LONG).show()
3                                         // LENGTH: Nur LONG oder SHORT
4                                         // Kontext: meistens "this"
5
6 // Toast mit anderem Anzeigeort:
7 Context context = getApplicationContext();
8 Toast toast = Toast.makeText(context, "Toast links oben!", Toast.LENGTH_LONG);
9 toast.setGravity(Gravity.TOP|Gravity.START,0,0); // (x,y) Offset
10 toast.show()
```

### 3.8.2 Alert-Dialog

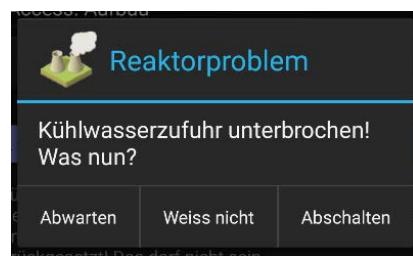


Abbildung 26: Beispiel eines Alert-Dialogs

- Fenster mit Interaktionsmöglichkeiten für den Benutzer
  - Information / Eingabe von Daten
  - Interaktion möglich
  - Buttons: positive, neutral, negative
- Vorteile
  - Kaum Einschränken in punkto Darstellung
  - Vorbereitet für die Anzeige von Daten
  - Verschwindet erst, wenn sie vom Benutzer quittiert wurde
- Konfiguration: Buttons, Titel, Icon, Nachricht  
Inhalt: Liste von Items oder eigene View

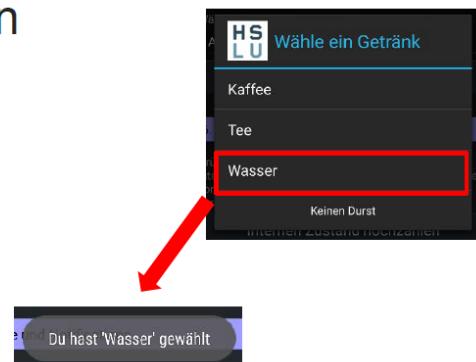
- Vorgehen beim Erstellen eines Alert-Dialog mit Builder-Muster
  1. Builder erstellen: new AlertDialog.Builder(this)
  2. Builder konfigurieren:  
setXXX + Registrierung von ClickListeners
  3. Dialog erstellen: Dialog dialog = builder.create()
  4. Dialog anzeigen: dialog.show()
- Anzeige von Dialogen ist **immer asynchron!**  
Bei show() wird nicht gewartet, kein Rückgabewert  
→ Behandlung von Benutzerselektion mit Listener

```
AlertDialog.Builder dialogBuilder = new AlertDialog.Builder(this);
dialogBuilder.setTitle("Reaktorproblem")
    .setIcon(R.drawable.ic_nuclear)
    .setMessage("Kühlwasserzufuhr unterbrochen!\nWas nun?")
    .setPositiveButton("Abschalten", new OnClickListener() {
        public void onClick(DialogInterface dialog, int which) {
            Toast.makeText(getApplicationContext(),
                "Reaktor wird abgeschaltet...",
                Toast.LENGTH_LONG).show();
        }
    }).setNeutralButton("Weiss nicht", new OnClickListener() {
        public void onClick(DialogInterface dialog, int which) {
            Toast.makeText(getApplicationContext(),
                "Problem an Support weitergeleitet...",
                Toast.LENGTH_SHORT).show();
        }
    }).setNegativeButton("Abwarten", new OnClickListener() {
        public void onClick(DialogInterface dialog, int which) {
            // do nothing
        }
    });
return dialogBuilder.create();
```

Abbildung 27: Beispiel eines AlertDialog aus Vorlesung

## Alert-Dialog mit Auswahl-Daten

- Titel, Icon, usw. wie gehabt
- Neu: Daten (Array) setzen
  - Methode `setItems(...)`
  - Inkl. ClickListener
    - Toast mit Wahl anzeigen!



```
final String[] items = {"Kaffee", "Tee", "Wasser"};
AlertDialog.Builder dialogBuilder = new AlertDialog.Builder(this);
dialogBuilder.setTitle("Wähle ein Getränk")
    .setIcon(R.mipmap.ic_launcher)
    .setItems(items, new OnClickListener() {
        public void onClick(DialogInterface dialog, int itemPos) {
```

Handler für Selection

Abbildung 28: Beispiel mit Auswahl-Daten

## Alert-Dialog mit eigenem Layout

- Layout.xml „aufblasen“ & setzen

```
Component Tree
  Device Screen
    RelativeLayout
      customlayout_reportLabel (TextView) ~ "Was ist passiert?"
      customlayout_email (EditText)
      customlayout_emailLabel (TextView) ~ "Kontakt für Rückfragen"
      customlayout_report (EditText)
      customlayout_rating (RatingBar)
      customlayout_ratingLabel (TextView) ~ "Ist es wichtig?"
```

```
private Dialog createCustomLayoutDialog() {
    final View customView = LayoutInflater.from(this).inflate(
        R.layout.custom_dialog_layout, null);
    AlertDialog.Builder dialogBuilder = new AlertDialog.Builder(this);
    dialogBuilder.setTitle("Bug Report").setIcon(R.drawable.ic_bug)
        .setView(customView)
        .setPositiveButton("Abschicken", new OnClickListener() {
```

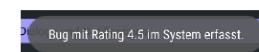
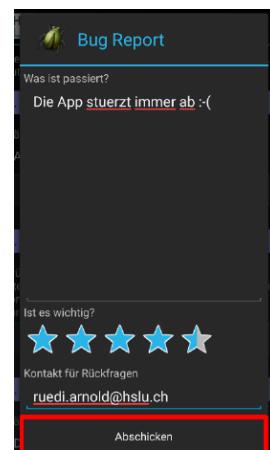


Abbildung 29: Beispiel mit eigenem Layout

Ein (offener) Dialog gehört zum Zustand einer Activity, ist ein Dialog noch geöffnet bei einem Konfigurationswechsel, dann wird dieser nicht gespeichert und auch nicht wiederhergestellt! Deshalb sollten Dialoge als `DialogFragment` implementiert werden. Der Zustand des Dialogs wird dann vom `FragmentManager` korrekt mit Lifecycle und Activity synchronisiert (save/restore)

Für den Moment: Ein **Fragment** ist ein wiederverwendbarer „UI Schnippel“ mit eigenem Zustand und Lifecycle.

### 3.8.3 Notifications (Status-Bar)

- Persistente Nachricht
  - Kurze Ticker-Nachricht in der Status-Bar
  - Danach persistente Anzeige im Notification Window
  - Bei Auswahl erfolgt Aufruf einer definierten Activity
- Vorteile:
  - Nachricht bleibt erhalten bis vom Nutzer quittiert
  - Beliebig komplexe Behandlung, da Start einer Activity
- Nachteil:
  - Etwas komplexere Mechanik wegen `PendingIntent`

## Demo: Notification

- Code verwendet u.a.:
  - `AlertDialog.Builder`
  - `Notification.Builder`
  - `PendingIntent`
  - `NotificationManager`
  - Eigene dedizierte Activity für Darstellung der Nachricht

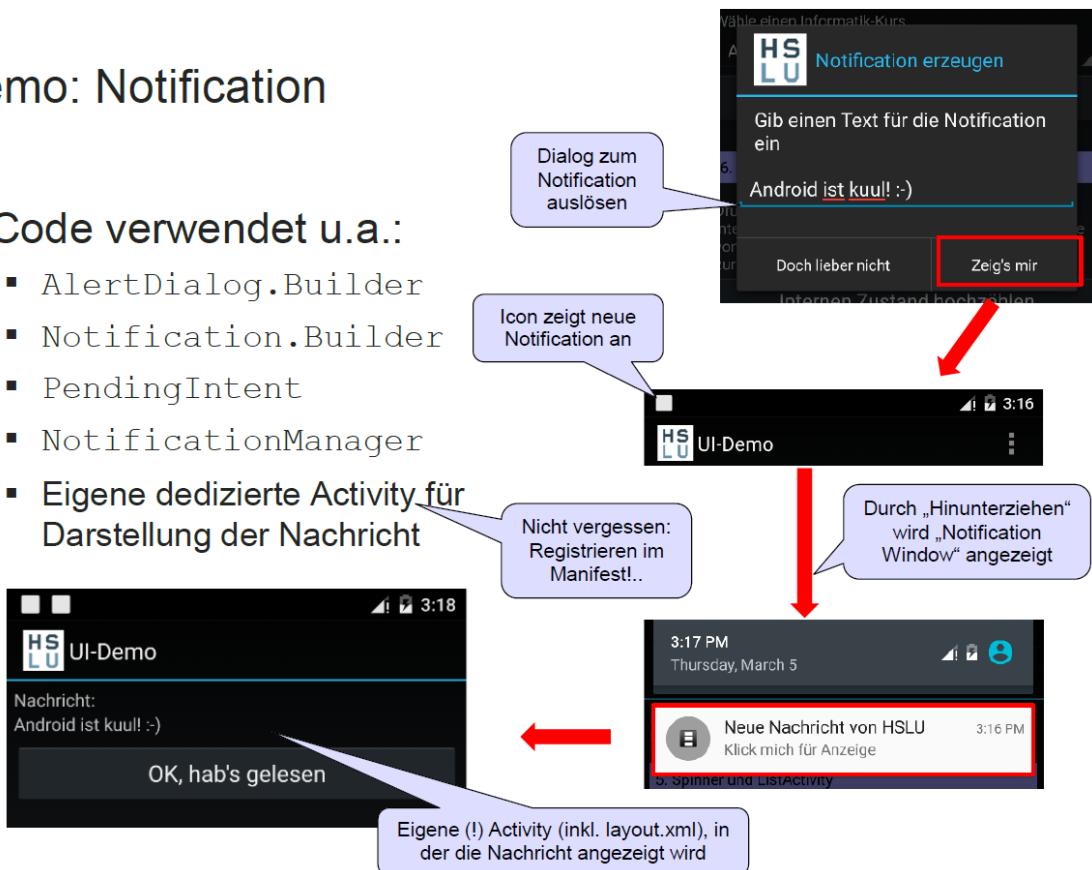


Abbildung 30: Übungs-Demo aus der Vorlesung SW02 - Notification

## 4 Android 3 - Persistenz & Content Providers

Persistenz: Daten über Laufzeit der App erhalten. Für lokale Persistenz gibt es drei Möglichkeiten:

- **Shared Preferences**  
Key/Value-Paare, Verwendung für kleine Datenmengen
- **Dateisystem**  
intern oder extern, in App-Sandbox (privat) oder auf SD-Karte (öffentlich), Verwendung für binäre/- grosse Dateien, Export
- **Datenbank (Room)**  
SQLite + Object Relational Mapper (ORM), Verwendung für strukturierte Daten + Abfragen/Suche

### 4.1 (Shared) Preferences

- Jede Activity hat ein SharedPreferences-Profil, persistente Einstellungen für Activity oder Applikation
- Key-Value-Store (persistente Map)
- Preferences für **Activity**:  
`Activity.getPreferences (mode)`  
Anwendungsfall: Activity-State persistent speichern
- Preferences für **Applikation**:  
`PreferenceManager.getDefaultSharedPreferences (ctx)`  
`Context.getSharedPreferences (name, mode)`
- Mögliche Datentypen für Preferences-Werte:  
`String, int, float, long, boolean, Set<String>` (mit separaten Werten)

#### Lesen und Schreiben auf Preferences

- Mehrere Dateien pro Applikation möglich, Zugriff mit  
`Activity.getSharedPreferences (name, mode)` (unterschiedliche Dateinamen)  
oder auch über `getDefaultSharedPreferences (mode)`, die Applikation findet danach anhand der Preference-Benennungen die Einträge auch selber
- Lesen mit Methoden `SharedPreferences.getX()`  
`X` steht für den Typ, also String, Int, Boolean, ...
- Schreiben immer mit dem Editor:
  1. `SharedPreferences.Editor editor = preferences.edit()`
  2. `editor.putX(...)`
  3. `editor.apply()` Persistierung der Änderungen
    - asynchrone Persistierung, blockiert die Methode nicht
    - für synchrone Persistierung: `editor.commit()`

Beispiel, um die Anzahl Aufrufe einer App über die Lebenszeit der App hinaus zu persistieren:

---

```
1 final SharedPreferences preferences = getPreferences(MODE_PRIVATE);
2 final int newResumeCount = preferences.getInt(COUNTER_KEY, 0) + 1;
3 final SharedPreferences.Editor editor = preferences.edit();
4 editor.putInt(COUNTER_KEY, newResumeCount);
5 editor.apply();
```

---

#### 4.1.1 Darstellung User-Preferences

- Automatische Darstellung mit `PreferenceFragment`, eigener Editor für jeden Wertetyp
- `PreferenceFragment` schreibt/liest grundsätzlich in die `DefaultSharedPreferences`, kann aber auch für andere Preference-Stores konfiguriert werden

User-Präferenzen können in XML deklariert werden unter res/xml z.Bsp. als preferences.xml, wobei untersch. Präferenzen bspw. als CheckBoxPreference, ListPreference usw. erfasst werden. Daten können wie in diesem Beispiel aus den Array-Ressourcen bezogen werden:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<PreferenceScreen xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android">
    <PreferenceCategory
        android:key="teaPrefs"
        android:title="Tee Präferenzen">

        <CheckBoxPreference
            android:key="teaWithSugar"
            android:persistent="true"
            android:summary="Soll der Tee gesüßt werden?"
            android:title="Gesüßter Tee?" />

        <ListPreference
            android:dependency="teaWithSugar"
            android:entries="@array/teaSweetener"
            android:entryValues="@array/teaSweetenerValues"
            android:key="teaSweetener"
            android:persistent="true"
            android:shouldDisableView="true"
            android:summary="Womit soll der Tee gesüßt werden?"
            android:title="Süßstoff" />

        <EditTextPreference
            android:key="teaPreferred"
            android:persistent="true"
            android:summary="z.B. "Lipton/Pfefferminztee""
            android:title="Bevorzugte Marke/Sorte" />
    </PreferenceCategory>
</PreferenceScreen>
```

Abbildung 31: Beispiel eines Präferenzen-XML

- Ohne android:summary würde die gewählte Preference angezeigt werden
- android:dependency deklariert eine Abhängigkeit zu einer anderen Preference, ist diese nicht gegeben kann die andere Preference nicht ausgewählt werden
- **Entries:** „Anzeigestring“, übersetzbbar  
**EntryValues:** „Werte“, nicht übersetzt, technischer Schlüssel

---

```
1 // Zur "Übersetzung" von Values zu Entries (Beispiel)
2 public String getValueFromKey(String key) {
3     String[] keys = getResources().getStringArray(R.array.teaSweetenerValues);
4     String[] values = getResources().getStringArray(R.array.teaSweetener);
5     int i = 0;
6     while(i < keys.length) {
7         if(keys[i].equals(key)) {
8             return values[i];
9         }
10     i++;
11 }
12 return "";
13 }
```

---

#### 4.1.2 PreferenceFragment

Ein PreferenceFragment kann in einer eigenen Activity (hier TeaPreferenceActivity) erstellt werden:

---

```
1 public class TeaPreferenceActivity extends Activity {  
2  
3     @Override  
4     protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {  
5         super.onCreate(savedInstanceState);  
6         getFragmentManager().beginTransaction().replace(android.R.id.content,  
7             new TeaPreferenceInitializer()).commit();  
8     }  
9  
10    // PreferenceFragment als statische innere Klasse  
11    public static final class TeaPreferenceInitializer extends PreferenceFragment  
12        {  
13            @Override  
14            public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {  
15                super.onCreate(savedInstanceState);  
16                addPreferencesFromResource(R.xml.preferences);  
17                // Referenz auf preferences.xml  
18            }  
19        }  
20}
```

---

#### 4.1.3 Default-Präferenzen

Präferenzen können programmatisch auch wieder auf „Standard“-Werte oder auf festgelegte Werte gesetzt werden, für das Tee-Beispiel kann dies bspw. folgendermassen vorgenommen werden:

---

```
1 SharedPreferences teaPrefs = PreferenceManager.getDefaultSharedPreferences(this);  
2 SharedPreferences.Editor editor = teaPrefs.edit();  
3 editor.putString("teaPreferred", "Lipton/Pfefferminztee");  
4 editor.putString("teaSweetener", "natural");  
5 editor.putBoolean("teaWithSugar", true);  
6 editor.apply();
```

---

## 4.2 Dateisystem

- **Einsatzbereiche**
  - Speichern/Laden von binären Dateien (Bilder, Musik, Video, Java-Objects, etc.)
  - Caching (Heruntergeladene Dateien)
  - Große Text-Dateien(Plain Text, Strukturierte Daten wie XML, JSON,))
- Teilen / Freigeben von erstiertem Inhalt (Externer Speicher wie SD-Karte)
- Dateien sind entweder
  - PRIVATE → ins Applikationsverzeichnis  
*(Zugriff für andere Apps nur über Content Provider möglich)*
    - \* Context.getFilesDir()
  - PUBLIC → auf die SD-Karte
    - \* Environment.getExternalStorageDirectory()
    - Environment.getExternalStorageState();
- Für Zugriff auf SD-Karte muss die Permission im Manifest eingetragen werden! (siehe nachfolgend)

### 4.2.1 Exkurs: Permission-Model

- Vor gewissen Operationen müssen Apps die Berechtigung des Nutzers erhalten (Kontaktzugriff, Internet, SD-Karte, Kamera, SMS, etc.)
- Klasse: android.Manifest.permission
- Seit API 23 werden keine dangerous Permissions mehr gewährt, der Nutzer muss diese selber freigeben (Applikation fragt beim Nutzer nach), Permissions werden einzeln gewährt/abgelehnt.  
**Konsequenz:** Apps müssen mit eingeschränkten Permissions umgehen können
- Arten von Permissions
  - *normal*
    - \* Wird bei der Installation automatisch erlaubt
  - *dangerous*
    - \* Muss von User erlaubt werden (kann wieder entzogen werden)
  - *signature*
    - \* Wird automatisch erlaubt, wenn die App, welche die Permission definiert, vom gleichen Hersteller ist wie die App, welche die Permission beantragt (sonst ist sie „dangerous“)
  - *signatureOrSystem*
    - \* Wird automatisch erlaubt für Apps, welche im System-Image sind, sonst wie „signature“
- Permissions können gruppiert werden, User gibt Freigabe für alle Permissions in einer Gruppe (keine einzelnen Permissions), falls benötigt

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<manifest
    package="ch.hslu.mobpro.persistence"
    xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android">

    <uses-permission android:name="android.permission.READ_EXTERNAL_STORAGE" />
    <uses-permission android:name="android.permission.WRITE_EXTERNAL_STORAGE" />
    <uses-permission android:name="android.permission.READ_SMS" />
    <uses-permission android:name="android.permission.WRITE_SMS" />
```

Abbildung 32: Erfassung von Permissions im Manifest

#### 4.2.2 Exkurs ff: Runtime Permissions

```

public void loadExtFileWithPermission() {
    int grant = checkSelfPermission(Manifest.permission.READ_EXTERNAL_STORAGE);
    if (grant != PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {
        requestPermissions(new String[]{ Manifest.permission.READ_EXTERNAL_STORAGE }, 24);
    } else {
        // permission already granted
        readFile();
    }
}

```

Abbildung 33: RuntimeCheck der Permissions

```

@Override
public void onRequestPermissionsResult(int requestCode, String[] permissions, int[] grantResults) {
    switch (requestCode) {
        case 24: // load file
            if (grantResults.length > 0 && grantResults[0] != PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {
                Toast.makeText(this, "Permission " + permissions[0] + " denied!", Toast.LENGTH_SHORT).show();
            } else {
                // permission was granted
                readFile();
            }
            break;
    }
}

```

Abbildung 34: Callback aus Permission-Abfrage

#### 4.2.3 Exkurs ff: Persistenz mit Datei

Repetition zu Streams, Reader & Co.

- Stream: Byte-Datenstrom [28,11,200,255,2,15,33]
  - Auf File öffnen:  
    ` FileOutputStream, FileInputStream`
- Stream kann in Zeichenstrom ['h','a','l','l','o'] umgewandelt werden
  - ` FileReader, FileWriter + „Buffered“-Versionen`
- Immer schliessen!
   
` stream.close() / reader.close()`
- Nicht vergessen: try-catch-finally implementieren
- `java.nio.file.Path` ist ab API 26 in Android verfügbar!

```

Writer writer = null;
try {
    writer = new BufferedWriter(new FileWriter(outFile));
    writer.write(text);
    return true;
} catch (final IOException ex) {
    // ...
} finally {
    Log.e("HSLU-MobPro-Persistenz", "Got a problem");
    // ...
}

```

Abbildung 35: Beispielcode zur Persistierung in einem Textfile

### 4.3 Datenbank (Room)

Android-DB **SQLite** ist bei Android fix integriert. Ein DB-Adapter ist die Verbindung zwischen Business-Objekten und einer Datenbank.

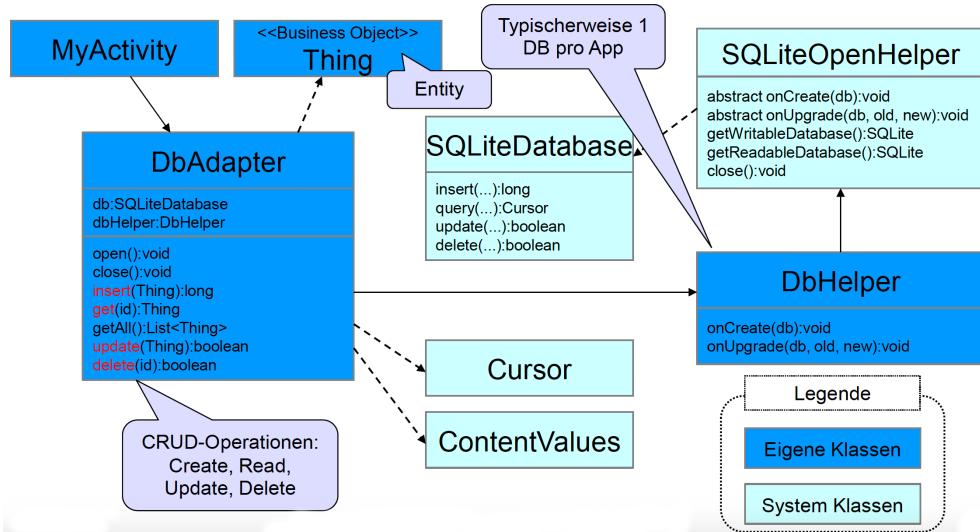


Abbildung 36: SQLite Framework

- Room ist ein Object Relational Mapper (ORM) für Android
  - Klassen werden auf relationale DB-Tabellen gemappt
  - Zugriff auf Datenbank wird abstrahiert
    - Typischerweise werden SQL-Statements durch Methodenaufrufe gekapselt
- Spezialfälle des Room ORM
  - *Datenzugriff über DAO*: Queries werden als SQL-Statements in Annotationen definiert
  - Beziehungen zwischen Entitäten müssen manuell abgebildet werden (Performance!)
  - *Nested Objects*: mehrere POJOs in einer Tabelle
  - Einschränkungen für Datenzugriffe, standardmäßig nicht möglich im UI Thread
- Die drei Komponenten von Room
  - Database** Abstraktion der Datenverbindung
  - Entity** Repräsentation einer Tabelle in der relationalen DB
  - DAO** (Data Access Object) Enthält Methoden für Datenzugriff

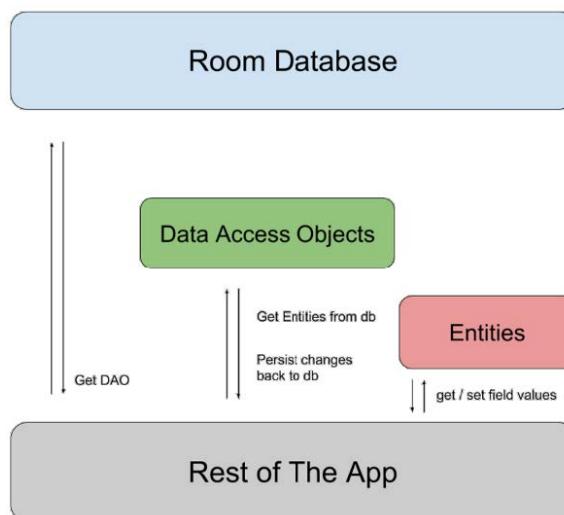


Abbildung 37: Komponenten von Room

#### 4.3.1 Room - Code-Beispiele

```
1  @Entity // POJO mit Annotationen
2  public class User {
3      @PrimaryKey
4      public int uid;
5
6      @ColumnInfo(name = "first_name")
7      public String firstName;
8
9      @ColumnInfo(name = "last_name")
10     public String lastName;
11 }
```

---

```
1  @Dao // Datenzugriff ueber Annotationen (teilweise mit SQL-Queries)
2  public interface UserDao {
3      @Query("SELECT * FROM user")
4      List<User> getAll();
5
6      @Query("SELECT * FROM user WHERE uid IN (:userIds)")
7      List<User> loadAllByIds(int[] userIds);
8
9      @Insert
10     void insertAll(User... users);
11
12     @Delete
13     void delete(User user);
14 }
```

---

```
1  // Database: Subklasse von RoomDatabase, konfiguriert mit Database Annotation
2  @Database(entities = {User.class}, version = 1)
3  public abstract class AppDatabase extends RoomDatabase {
4      public abstract UserDao userDao();
5
6
7  // Zum Erzeugen einer Instanz der DB:
8  AppDatabase db = Room.databaseBuilder(
9      getApplicationContext(),
10     AppDatabase.class,
11     "database-name"
12 ).build();
```

### 4.3.2 Room - Daten mit Entitäten definieren

- Ein POJO mit @Entity Annotation
- Primärschlüssel (wird in jeder Entität benötigt)
  - @PrimaryKey für ein einzelnes Feld, optional mit autoGenerate Property
  - Für zusammengesetzte Primärschlüssel:  
primaryKeys Property in @Entity Annotation
- Falls bestimmte Felder nicht gespeichert werden sollen
  - @Ignore Annotation für ein einzelnes Feld
  - mit ignoredColumns Property in @Entity Annotation für mehrere Felder  
(v.a. von Superklassen)

---

```
1 // Code-Beispiel
2 // ACHTUNG: dieses Beispiel definiert mehrere Primary Keys und vermischt
   Ansaetze zum Ignorieren von Feldern zwecks Syntax-Demonstration!
3
4 @Entity(primaryKeys = {"firstName", "lastName"},
5         ignoredColumns = "password, otherField")
6 public class User extends Party {
7     @PrimaryKey(autoGenerate = true)
8     public int id;
9
10    public String firstName;
11    public String lastName;
12
13    @Ignore
14    Bitmap picture;
15 }
```

---

### 4.3.3 Room - Beziehungen modellieren

**Beachte:** Room erlaubt aus Performanzgründen keine Objektreferenzierungen!

---

```
1 @Entity(foreignKeys = @ForeignKey(entity = User.class,
2                                     parentColumns = "id",
3                                     childColumns = "user_id"))
4 public class Book {
5     @PrimaryKey
6     public int bookId;
7
8     public String title;
9
10    @ColumnInfo(name = "user_id")
11    public int userId; // Feld-Typ: nur ID, nicht User
12 }
```

---

## 4.4 Mit DAOs auf Daten zugreifen

- DAOs enthalten Methoden für den abstrahierenden Datenbankzugriff
- Trägt zur *Separation of Concerns* bei und erhöht die Testbarkeit  
→ DAOs können gemockt werden!
- DAOs als Interfaces oder abstrakte Klassen definieren  
→ Room erzeugt passende Implementationen bei der Kompilierung  
(*Typischerweise eine DAO-Klasse pro Entity, mit allen möglichen Operationen*)
- Zwei Möglichkeiten:  
Convenienve Queries **oder** @Query Annotation mit SQL-Statements

### 4.4.1 Convenience Queries

- Werden über Annotations für die jeweiligen Methoden definiert:  
@Insert, @Update, @Delete
- Alle Parameter müssen Klassen mit einer @Entity Annotation  
(oder Collections/Arrays) davon sein
- Rückgabewerte:
  - **Insert:** long bzw. long[] bzw. List<Long> (*liefert Row-IDs zurück*)
  - **Update / Delete:** int (*Anzahl modifizierte Tabelleneinträge*)

```
1 @Insert
2 public long[] insertUsersAndFriends(User user, List<User> friends);
3     // Rueckgabe, sonst void
4                                         // Parameter fuer Operation (Entities)
```

---

```
1 // Weitere Convenience Queries Beispiele
2
3 @Dao
4 public interface MyDao {
5
6     @Insert (onConflict = OnConflictStrategy.REPLACE)
7     public void insertUsers(User... users);
8     @Insert
9     public void insertBothUsers(User user1, User user2);
10    @Insert
11    public long[] insertUsersAndFriends(User user, List<User> friends);
12
13    @Update
14    public void updateUsers(User... users);
15
16    @Delete
17    public void deleteUsers(User... users);
```

---

#### 4.4.2 Custom Queries mit @Query

- Die @Query Annotation kann für Schreib- und Lesevorgänge genutzt werden
- Jede @Query wird zur Kompilierzeit überprüft  
→ Kompilierfehler bei ungültigen Queries, keine Laufzeitfehler!
- Für eine @Query kann eine beliebige Anzahl (0..n) Parameter verwendet werden
- Wenn nicht ganze Objekte benötigt werden, können Ressourcen gespart werden durch die Verwendung von POJOs mit @ColumnInfo Annotationen

---

```
1 // Custom Queries Codebeispiele
2
3 @Dao
4 public interface MyDao {
5     @Query("SELECT * FROM user")
6     public User[] loadAllUsers();
7
8     @Query("SELECT * FROM user WHERE age > :minAge")
9     public User[] loadAllUsersOlderThan(int minAge);
10
11    @Query("SELECT first_name, last_name FROM user WHERE region IN (:regions)")
12    public List<NameTuple> loadUsersFromRegions(List<String> regions);
13 }
14
15 public class NameTuple {
16     @ColumnInfo(name = "first_name")
17     public String firstName;
18
19     @ColumnInfo(name = "last_name")
20     public String lastName;
21 }
```

---

## 4.5 DB-Einträge in einer Liste anzeigen

- Verschiedene Ansätze, je nach Umfang/Komplexität der Datensätze:  
ListView, RecyclerView, Kombination mit ViewModel und LiveData
- In jedem Fall werden spezifische Adapter benötigt, um die Daten auf Views zu mappen

```
public class UsersAdapter extends ArrayAdapter<User> {  
    public UserAdapter(Context ctx, User[] users) { super(ctx, 0, users); }  
  
    @Override  
    public View getView(int position, View view, ViewGroup parent) {  
        1 User userItem = getItem(position);  
        2 if (view == null) {  
            view = LayoutInflater.from(getContext())  
                .inflate(R.layout.userview_layout, parent);  
        }  
        3 // TODO: populate fields/sub-views of view with data of userItem  
        return view;  
    }  
}  
  
public class UsersListActivity extends ListActivity {  
    @Override  
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {  
        super.onCreate(savedInstanceState);  
        final Users[] users = userDao.userDao().getAllUsers();  
        final UsersAdapter adapter = new UsersAdapter(this, users);  
        setListAdapter(adapter);  
    }  
}
```

    TextView name = view.findViewById(R.id.name);  
    name.setText(user.getName());

Abbildung 38: Codebeispiel für das Darstellen von DB-Einträgen in einer Liste

## 4.6 Content Providers

- Content Provider stellen für andere Applikationen Daten bereit
- Die Daten stammen aus einer gekapselten DB **oder** aus dem privaten Dateisystem **oder** werden on-the-fly erzeugt
- Zugriff auf die Daten über URI (Uniform Ressource ID), Beispiel siehe in Abbildung 39
- Zwei Arten von URIs
  - Pfad (Bezeichnete Datenmenge, vgl. Verzeichnis mit Daten)
  - Item (Einzelnes Datenelement, vgl. einzelne Datei)

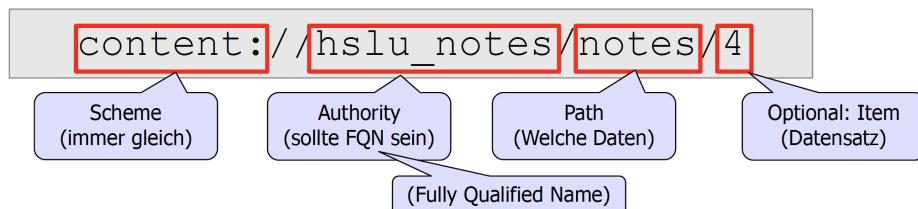


Abbildung 39: Aufbau eines URI

### 4.6.1 Standard Content Providers

- Im Android-System gibt es bereits einige Content Providers, die genutzt werden können
  - Kontakte: Namen, Telefon-Nummern, Emails, Adressen, etc.
  - SMS/MMS: Erhaltene/Gesendete/Drafts SMS/MMS
  - Media Store: Auf Gerät gespeicherte Audio-, Video-, Bilder-Daten
  - Settings: Einstellungen für das Gerät
  - Kalender: Kalender, Events, Erinnerungen, Teilnehmer, etc.
- Daten sind meist in mehreren Tabellen abgelegt

## 4.7 Exkurs : REST-ful Webservices

- Webservices auf der Basis von HTTP
- Grundidee (in purer Form)
  - URL einer Ressourcensammlung (<http://directory.com/contacts>) oder URL einzelner Ressource (<http://directory.com/contacts/17>)
  - HTTP-Methode = Operation auf Daten (GET, PUT, POST, DELETE)
  - Antwort-Datenformat = XML, JSON, ...

Resource	GET	PUT	POST	DELETE
Collection URI, such as <a href="http://directory.com/contacts">http://directory.com/contacts</a>	List the URIs and perhaps other details of the collection's members.	Replace the entire collection with another collection.	Create a new entry in the collection. The new entry's URL is usually returned by the operation.	Delete the entire collection.
Element URI, such as <a href="http://directory.com/contacts/17">http://directory.com/contacts/17</a>	Retrieve a representation of the addressed collection member, expressed in an appropriate media type.	Replace the addressed member of the collection, or if it doesn't exist, create it.	Treat the addressed member as a collection in its own right and create a new entry in it.	Delete the addressed member of the collection.

Abbildung 40: Beispiel - Representational State Transfer

## 4.8 Content Resolver & Content Provider

- Zugriff auf einen Content Provider erfolgt über einen **Content Resolver**  
`Context.getContentResolver()`
  - Bietet DB-Methoden und Zugriff auf Content via Streams
    - \* CRUD: `insert()` / `query()` / `update()` / `delete()`
    - \* `openInputStream(uri)` / `openOutputStream(uri)`
  - Ein Content Resolver ist ein Proxy, der...
    - \* ...URI auflöst und zuständigen Content Provider sucht / findet
    - \* ...Interprozess-Kommunikation behandelt (aufrufende App ist meist in einem anderen Package als der aufgerufene Content Provider)
- Unter Umständen müssen die Permissions noch gesetzt werden (im Manifest)

### 4.8.1 Zugriff auf Daten über Content Resolver & Query

---

```

1 Cursor cursor = getContentResolver().query(
2     contentUri,      // The content URI of the table
3     projection,     // The columns to return for each row
4     selectionClause, // Selection criteria
5     selectionArgs,  // Selection criteria
6     sortOrder);    // The sort order for the returned row

```

---

Content Provider Query	SQL SELECT Query	Notes
contentUri	FROM table_name	contentUri maps to the table in the provider named table_name.
projection	Col, col, col,...	projection is an array of columns that should be included for each row retrieved.
selection	WHERE col = value	selection specifies the criteria for selecting rows.
selectionArgs	(No exact equivalent. Selection arguments replace ? placeholders in the selection clause.)	-
sortOrder	ORDER BY col,col,...	sortOrder specifies the order in which rows appear in the returned Cursor.

Abbildung 41: Vergleich: ContentProvider Query und SQL Query Parameter

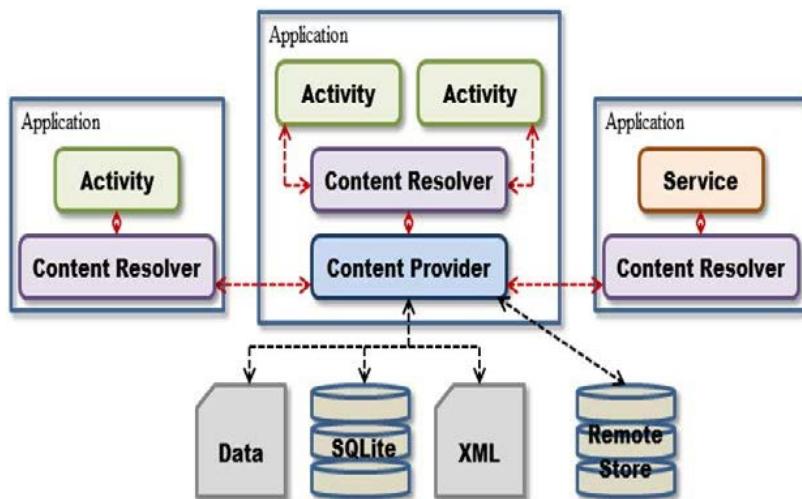


Abbildung 42: Content Provider - Anwendung (Data: Dateisystem, XML: Preferences)

- SMS des Systems sind über den Content Provider zugänglich  
(Benötigt Permission für SMS, diese testen und ggf. beantragen):
  - android.provider.Telephony.Sms  
„Sub-Providers“ für Sent, Inbox, Draft, etc.)
  - Im Package android.provider.\* finden wir „Contract Klasse“ Telephone.Sms mit Hilfsklassen BaseColumns und Telephony.TextBasedSmsColumns  
(Hier findet man Content-URI und Spalten-Namen für Projections)

```
public void showSmsList(final View view) {
    final Cursor cursor = getContentResolver().query(
        Telephony.Sms.Inbox.CONTENT_URI, // content uri
        new String[]{ Telephony.Sms.Inbox._ID, Telephony.Sms.Inbox.BODY }, // projection
        null, null, null); // selection, selection args, sort order

    new AlertDialog.Builder(this)
        .setTitle("SMS in Inbox")
        .setCursor(cursor, null, Telephony.TextBasedSmsColumns.BODY)
        .setNeutralButton("Ok", null)
        .create()
        .show();
}
```

Abbildung 43: Anwendungsbeispiel - Alle SMS mit Text anzeigen

Jeder Content Provider bietet eine eigene Standard-API, in der Android Dokumentation sind die Zugriffe auf Kontakte und Kalender gut dokumentiert (da dies eher komplizierte Modelle sind). Einstiegspunkt für die meisten Provider: android.provider.\*

## 4.9 Eigener Content Provider

- Um eigenen Content Provider zu schreiben, muss die eigene Klasse von der abstrakten Klasse android.content.ContentProvider ableiten
- Wird bei App-Start hochgefahren und bleibt aktiv, in onCreate() kann eine Initialisierung vorgenommen werden (einige Lifecycle-Methode)
- CRUD-Methoden: query, insert, update, delete (muss nicht alle implementieren)  
(Möglichkeit, einen read-only Content Provider anzulegen)

### Demo: Content Provider für Notizen

- Dialog zeigt Notizen an
- Nur für internen Gebrauch
  - exported=false
- NotesProvider: Konstanten definiert in NotesContract
- Aufrufender Code in Activity:

```
public void readNotesFromContentProviderOnClick(final View view) {
    final Cursor cursor = getContentResolver().query(
        Uri.parse(NotesContract.CONTENT_URI), NotesContract.PROJECTION,
        null, // SELECT *
        null, NotesContract.COLUMN_TITLE);

    new AlertDialog.Builder(this).setTitle("Notizen via ContentProvider")
        .setCursor(cursor, null, NotesContract.COLUMN_TITLE)
        .setPositiveButton("TOLLI", null)
        .setNegativeButton("Abbruch", null).create().show();
}
```

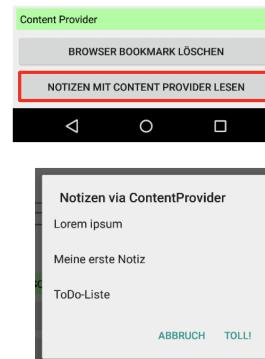


Abbildung 44: Anwendungsbeispiel - Content Provider für Notizen

## 5 Android 4 - Kommunikation & Nebenläufigkeit

### 5.1 Nebenläufigkeit

#### 5.1.1 Android und der Main-Thread

- Eine Applikation baut ihr UI nur auf einem Thread, dem **main-Thread** auf  
→ blockiert man den main-Thread, friert das ganze UI ein
- UI-Komponenten sind nicht Thread-safe  
→ UI-Zugriff nur aus main-Thread, sonst Exception
- Netzwerk- und andere Methoden können lange dauern und sind blockierend, werden diese auf dem main-Thread aufgerufen, wird er blockiert und es werden keine UI-Events mehr aufgerufen  
Bsp. `URLConnection.connect()`, `Bitmap.resize()`, `Database.open()`, ...

```
public void freeze7Seconds(View view) {  
    try {  
        Thread.sleep(WAITING_TIME_MILLIS);  
    } catch (InterruptedException e) {  
        // ignore  
    }  
}
```

Abbildung 45: Einfaches Blockieren der App mittels `Thread.sleep(long time)`

#### 5.1.2 Android-Überwachung - ANR (Application Not Responding)

- Android überwacht Ansprechbarkeit von Apps nach gewissen Kriterien
  - Keine Reaktion auf Input-Event innert 5 Sekunden
  - Broadcast-Receiver nicht fertig innert 10 Sekunden
- Möglicher Effekt ist ein ANR-Dialog („App reagiert nicht“)
- System-Mechanismus zum Stoppen „böser“ Apps
- Fragen, die man sich stellt, um den main-Thread zu entlasten:
  - Ist eine Hintergrundaufgabe aufschiebbar?
  - Hat ein Task Auswirkungen auf das UI?
  - Wartet der User auf ein Resultat?
- Herausforderungen dabei:
  - Das Resultat am Ende auf dem UI-Thread darstellen
  - Ist das UI noch da?
- Wenn eine Aktion nicht aufschiebbar ist:
  1. **Klasse AsyncTask**  
Konstrukt zur Auslagerung zeitintensiver Aufgaben auf Background-Task, für die meisten Fälle ausreichend
  2. **Eigene Thread Instanzen**  
Standardimplementierung von Nebenläufigkeit in Java, kann komplex werden: Synchronisierung, Deadlocks, ...
  3. **Foreground Service**  
Hintergrundaktionen, die vom Nutzer bemerkt werden z.Bsp. Musik-Player
- Zurückgelangen zum UI-Thread:
  1. **Klasse AsyncTask:**  
Spezielle Methoden auf Main-Thread, bspw. `onProgressUpdate`, `onPostExecute`, ...
  2. **Eigener Thread, zwei Möglichkeiten:**
    - `Activity.runOnUiThread(Runnable action)`
    - `View.post(Runnable action)`
    - **Klasse android.os.Handler** → nutzt Message Queue von Thread

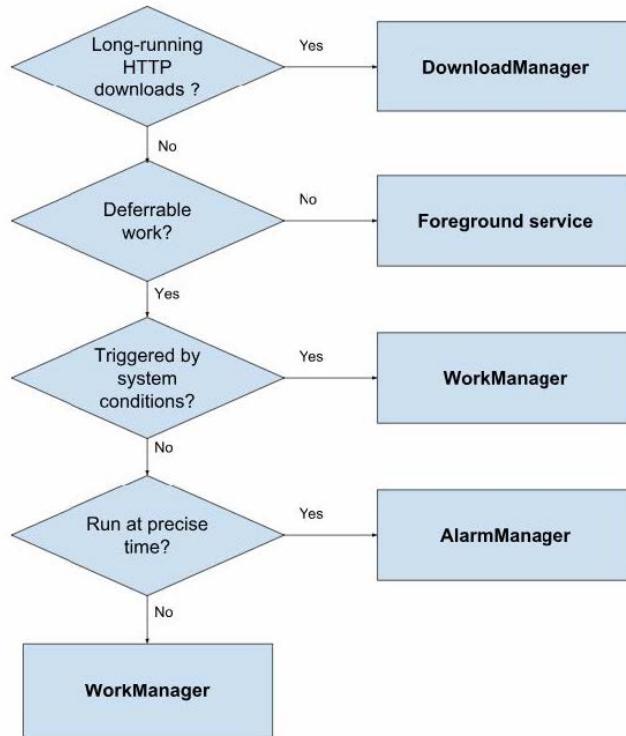


Abbildung 46: Verschiedene Arten für Hintergrundaufgaben

**Langandauernde Operationen** Android lässt gewisse Operationen auf main-Thread gar nicht erst zu! Bsp. Netzwerk-API, bspw. Aufruf von `URLConnection.connect()` führt zu einer

#### **NetworkOnMainThreadException**

Grund dafür ist, dass Netzwerk-Kommunikation lange dauern kann, Netzwerk-Calls nie auf UI-Thread ausführen, **AsyncTask oder eigenen Thread verwenden** (und UI-Aktualisierungen in Methoden auf dem main-Thread!)

## 5.2 Nebenläufigkeit: AsyncTask

```
class MyAsyncTask extends AsyncTask<Params, Progress, Result> {
    protected Result doInBackground(Params... params) // muss implementiert werden
    protected void onProgressUpdate(Progress... progress) // optional
    protected void onPostExecute(Result result) // optional
    public void execute(Params... params) // starte Task - nur einmal möglich!
}
```

Abbildung 47: MyAsyncTask Klasse

- 3 Typ-Parameter
  - **Params**: Typ der Input-Elemente,  
Bsp. URL (Links auf Textfiles,...)
  - **Progress**: Typ der Zwischenresultate,  
Bsp. String (Void falls nicht genutzt) (Heruntergeladener Titel, ...)
  - **Result**: Typ des Resultats,  
Bsp. Integer (Void falls nicht genutzt) (Anzahl heruntergeladener Titel, ...)
- 3 wichtige Methoden
  - `doInBackground(Params...)`: Lange andauernd (Worker-Thread)
  - `onProgressUpdate(Progress...)`: Zwischenresultat verarbeiten (UI-Thread)
  - `onPostExecute(Result)`: Resultat verarbeiten (UI-Thread)
- Schlussfolgerungen:
  1. AsyncTasks werden standardmäßig (seriell) durch einen einzelnen Worker-Thread ausgeführt.
  2. Thread-Pool (parallele Ausführung) durch Angabe Executor möglich.
  3. Implementierungs-Details (ggf. auch relevante) können sich ändern.

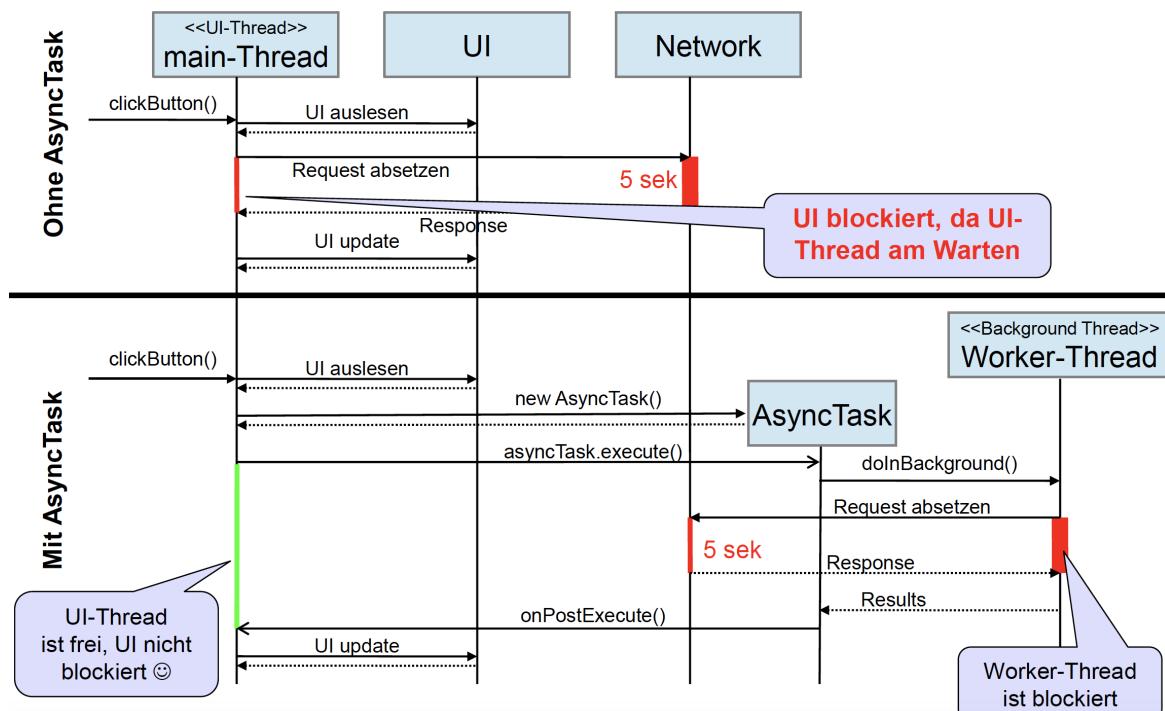


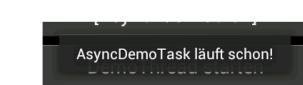
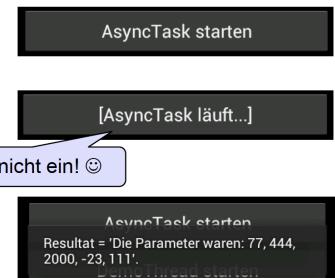
Abbildung 48: Ablauf mit und ohne AsyncTask

### 5.2.1 Einige Demos aus dem Unterricht

#### Demo: 7 Sek warten mit eigenem AsyncTask

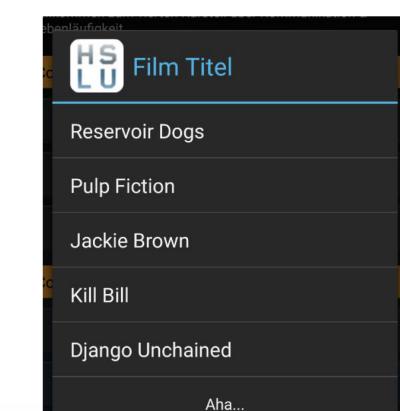
```
public class AsyncDemoTask extends AsyncTask<Integer, Void, String> {
```

- Hintergrund-Thread 7 Sek blockieren
  - In `AsyncTask.doInBackground(...)`
- Argument vom Typ Integer
  - D.h. Übergabe von `Integer[]` an `doInBackground(...)`
- Resultat vom Typ String
  - D.h. `doInBackground(...)` gibt String zurück
  - Ausgabe in Toast bei Task-Ende
- Nur ein `AsyncTask` soll aktiv sein
  - Ein bisschen Logik dafür selber implementieren...

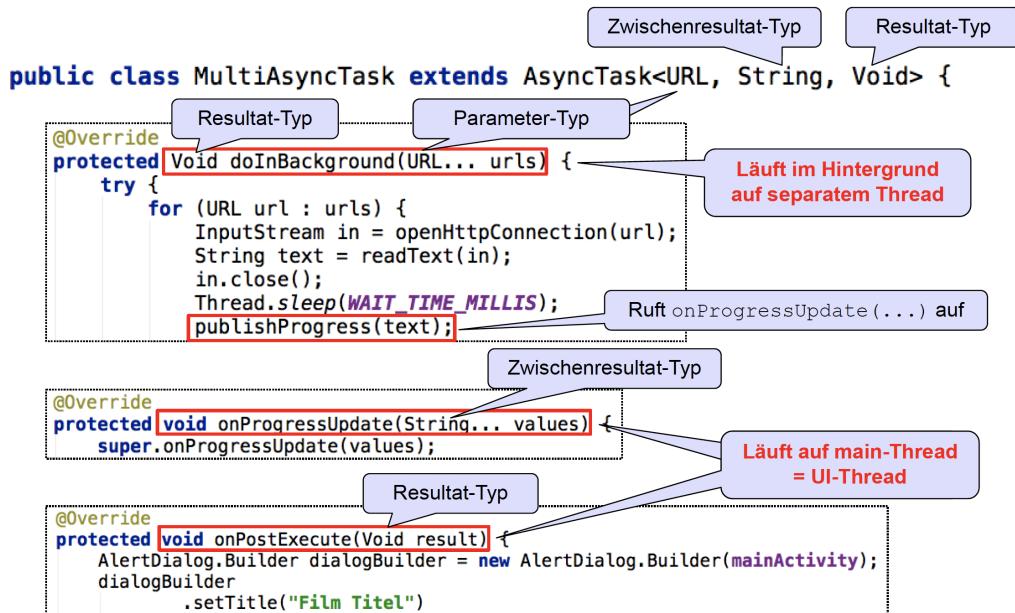


#### Demo: AsyncTask mit Zwischenresultaten (Progress)

- Idee: Mehrere Textdateien von Server holen:
  - Zwischenresultate in Toast:
    - Benutzen Methoden
      - `publishProgress(...)`
      - `onProgressUpdate(...)`
    - Am Ende Dialog mit allen Texten (Filmtiteln):
      - `onPostExecute(...)`
  - Daten-URL: <http://wherever.ch/hslu/titleX.txt>
    - für X von 0..4

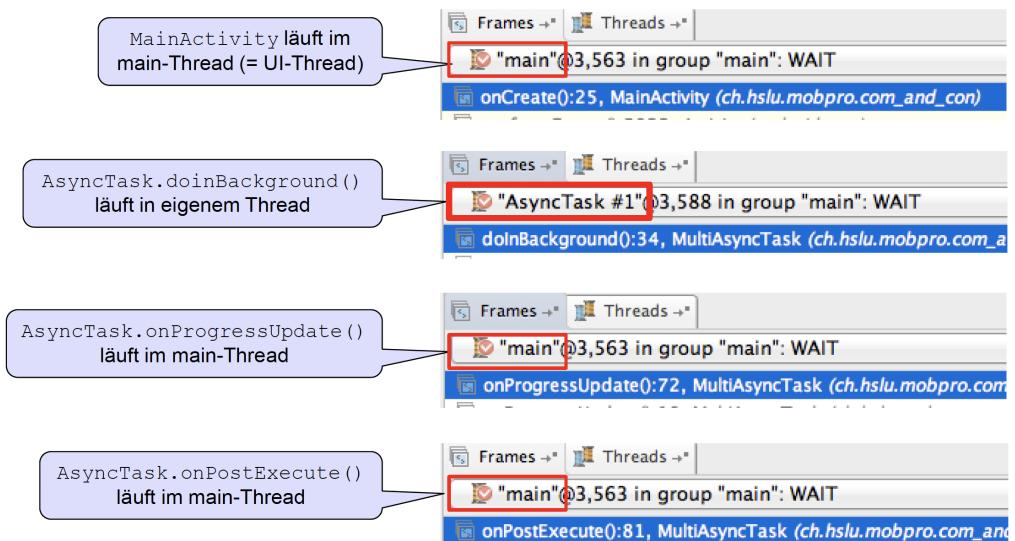


## Code-Ausschnitte "Demo mit Zwischenresultaten"



## AsyncTask: Methoden & Threads...

...hier leistet der Debugger gute Dienste! ☺



### 5.3 Nebenläufigkeit: Threads

**Repetition** `java.lang.Thread implements Runnable`

- Muss `Runnable` gesetzt haben, übergeben im Konstruktor, oder selber `run()` implementieren
- Wichtigste Methoden:
  - `run()`
  - `start()`
  - `sleep (long)`
  - `isAlive()`
- Interface `java.lang.Runnable` (oder Lambda)
  - Eine Methode: `run()`
  - Implementierung des relevanten nebenläufigen Codes

## Verwendung von Threads

In der Run-Methode darf nicht auf die View-Elemente zugegriffen werden

```

public void startAsyncDemoTask(View view) {
    if ((asyncDemoTask == null) || (asyncDemoTask.getStatus() == FINISHED)) {
        // only start a new task if there is no one running yet...
        asyncDemoTask = new AsyncDemoTask(this);
        asyncDemoTask.execute(1, 2, 3, 4);
    } else {
        Toast.makeText(this, "AsyncDemoTask läuft schon!", LENGTH_SHORT).show();
    }
}

private Thread createWaitThread(final Button button) {
    return new Thread("hsluDemoThread") {
        @Override
        public void run() {
            try {
                Thread.sleep(WAITING_TIME_SHORT);
                MainActivity.this.runOnUiThread(new Runnable() {
                    @Override
                    public void run() {
                        button.setText(getResources().getString(R.string.main_concurrencyThre));
                        Toast.makeText(MainActivity.this, "Demo Thread beendet!", LENGTH_SHOR);
                    }
                });
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    };
}

```

Thread-Name wird im Debugger angezeigt

Thread-Name

Callout: Thread-Name wird im Debugger angezeigt

Frames → Threads →

"hsluDemoThread" @3,635 in group "main": WAIT

run():89, MainActivity\$1 (ch.hslu.mobpro.com\_and\_con)

Callout: Thread-Name wird im Debugger angezeigt

Callout: Blockierung!

Callout: Callback: Benachrichtigung des UI-Thread (= main-Thread) durch Activity.runOnUiThread(Runnable)

Besser: Java 1.8 aktivieren und Lambda verwenden!

Abbildung 49: Verwendung von Threads

### 5.4 (Backend-) Kommunikation über HTTP

Apps können mit Server im Hintergrund kommunizieren (hält Daten, stellt Business-Logik bereit, authentisiert User etc.). Kommunikation findet i.d.R. über (REST) HTTP-API im Datenformat JSON (seltener XML) statt.

- HTTP: Hyper Text Transfer Protocol  
Zustandsloses Kommunikationsprotokoll
- Transport über TCP / IP
- Request / Response Muster (Anfrage/Antwort):  
GET, PUT, POST, DELETE
- Nachrichten bestehen aus Header & Body
  - 0 .. n Headers: Key-Value Paare
  - Body (Content): beliebig, typischerweise Text
- Mit jeder Antwort liefert Server einen Antwortcode (Bsp. 200 = OK)

#### 5.4.1 HTTP-Requests absetzen

- **Veraltet:**

URL und URLConnection: Standard-Java-Klassen, erlauben das Absetzen von HTTP-Requests, mühsame Verwendung, veraltete API

- **Besser:**

HTTP-Client-Library verwenden, „headless Browser“

Empfohlen: OkHttpClient, Gradle Dependencies:

com.squareup.okhttp3:okhttp:3.13.1

com.squareup.okhttp3:logging-interceptor:3.12.1

### Verwendung OkHttpClient (Text)

```
// HttpClient erzeugen und konfigurieren
HttpLoggingInterceptor logger = new HttpLoggingInterceptor();
logger.setLevel(HttpLoggingInterceptor.Level.BODY);
OkHttpClient client = new OkHttpClient.Builder()
    .addInterceptor(logger)
    .build();

// GET Request konfigurieren (GET = default)
Request request = new Request.Builder()
    .post(RequestBody.create(MediaType.parse("text/json"), " {... }"))
    .url("http://www.wherenever.ch/hslu/loremIpsum.txt")
    .build();

Response response = client.newCall(request).execute();
if (response.isSuccessful()) {
    return response.body().string();
```

Client mit Logging  
erzeugen  
(ausschalten in  
produktiver App!)

POST-Request  
Beispiel (mit Body)

Zugriff auf Body (Content)  
erst nach Prüfung  
Response-Code

Zugriff auf Response-Metadaten

Abbildung 50: Beispiel der Verwendung von OkHttpClient

- Universchlüsselte Kommunikation über HTTP seit Android 9 (API 28) unterbunden, kann im Manifest explizit erlaubt werden:  
    android:usesCleartextTraffic="true"
- Für den Internetzugriff (und Netzwerkstatus) muss die Berechtigung vorliegen bzw. deklariert werden, dies kann im Manifest geschehen:  
    uses-permission android:name="android.permission.INTERNET"  
    uses-permission android:name="android.permission.ACCESS\_NETWORK\_STATE"

**Demo für lokales Testen der Backend-Kommunikation und Umwandlung von Binärdaten können in den MOBPRO-Folien „*MobPro\_Android\_4*“ eingesehen werden.**

## 5.5 JSON-Webservices mit Retrofit konsumieren

Möglichst immer REST-Semantik (HTTP-Methoden für gewünschte Operation) verwenden.

- **RESTful Webservices**

Webservice auf Basis von HTTP

- Grundidee:

- Base-URL: Ressourcenammlung / einzelne Ressource  
(<http://directory.com/contacts/17>)
- HTTP-Methode: Operation auf Daten  
(*GET, PUT, POST, DELETE*)
- Antwort-Datenformat: XML, JSON, ...

Resource	GET	PUT	POST	DELETE
Collection URI, such as <a href="http://directory.com/contacts/">http://directory.com/contacts/</a>	List the URIs and perhaps other details of the collection's members.	Replace the entire collection with another collection.	Create a new entry in the collection. The new entry's URL is usually returned by the operation.	Delete the entire collection.
Element URI, such as <a href="http://directory.com/contacts/17">http://directory.com/contacts/17</a>	Retrieve a representation of the addressed collection member, expressed in an appropriate media type.	Replace the addressed member of the collection, or if it doesn't exist, create it.	Treat the addressed member as a collection in its own right and create a new entry in it.	Delete the addressed member of the collection.

Abbildung 51: Beispiel für RESTful Webservice

### 5.5.1 JSON Parsing mit GSON

Gson ist ein JSON to Java Mapper, welcher JSON-Strukturen auf äquivalente Java-Klassen abbildet (ähnlich ORM bei Room).

**Beispiel:**

```
1 String url = "http://www.nactem.ac.uk/.../dictionary.py?sf=HTTP";
2 OkHttpClient client = new OkHttpClient();
3 Request request = new Request.Builder().url(url).build();
4 Response response = client.newCall(request).execute();
5 String json = response.body().string();
6
7 Gson gson = new Gson();
8 Type listType = new TypeToken<List<AcronymDef>>(){}.getType();
9 List<AcronymDef> definitions = new Gson().fromJson(json, listType);
```

### 5.5.2 Retrofit

Mit Retrofit möchte man das Backend als Interface abstrahieren, um HTTP-Calls mit Java-Calls zu ersetzen, wie folgt:

```
1 public interface AcronymService {
2
3     @GET("dictionary.py")
4     Call<List<AcronymDef>> getDefinitionsOf(@Query("sf") String sf);
5
6 }
```

Retrofit basiert auf OkHttp, diese Library ist also automatisch vorhanden. Man kann verwendete OkHttpClient-Instanzen auch konfigurieren, bevor man sie auf die Retrofit-Factory setzt.

Gradle Dependencies:

```
com.squareup.retrofit2:retrofit:2.5.0
com.squareup.retrofit2:converter-gson:2.5.0 (JSON Mapper)
```

# Retrofit Konfiguration und Aufruf

```
// Factory
Retrofit retrofit = new Retrofit.Builder()
    .client(new OkHttpClient())
    .addConverterFactory(GsonConverterFactory.create())
    .baseUrl("http://www.nactem.ac.uk/software/acromine/")
    .build();
```

**Verwende Gson als Mapper**

**Base-URL (Präfix für alle erzeugten Services)**

```
// Service-Instanz (nur einmal erzeugen)
AcronymService service = retrofit.create(AcronymService.class);
```

**Typischerweise ein Service pro «Domäne» (vgl. DAO)**

```
// Aufruf
Response<List<AcronymDef>> response =
    service.getDefinitionsOf("http").execute();
if (response.isSuccessful()) {
    return response.body();
}
```

**Wiederverwenden!**

**Response-Verarbeitung gleich wie OkHttp**

Abbildung 52: Konfiguration und Aufruf von Retrofit

## Demo: JSON-Service mit Retrofit konsumieren (Ü4)

- **Service-URL:**  
<http://www.nactem.ac.uk/software/acromine/dictionary.py>
- **Argument:**  
sf=HTTP
- **Logging in Konsole:**

```
2019-03-11 18:04:50.197 D/OkHttp: --> GET http://www.nactem.ac.uk/software/acromine/dictionary.py?sf=HTTP
2019-03-11 18:04:50.198 D/OkHttp: --> END GET
2019-03-11 18:04:51.016 D/OkHttp: <-- 200 OK http://www.nactem.ac.uk/software/acromine/dictionary.py?sf=HTTP (818ms)
2019-03-11 18:04:51.017 D/OkHttp: Date: Mon, 11 Mar 2019 17:04:53 GMT
2019-03-11 18:04:51.017 D/OkHttp: Server: Apache/2.2.15 (Scientific Linux)
2019-03-11 18:04:51.017 D/OkHttp: Connection: close
2019-03-11 18:04:51.018 D/OkHttp: Transfer-Encoding: chunked
2019-03-11 18:04:51.018 D/OkHttp: Content-Type: text/plain; charset=UTF-8
2019-03-11 18:04:51.047 D/OkHttp: [{"sf": "HTTP", "lfs": [{"lf": "hypertext transfer protocol", "freq": 6, "since": 1995, "vars": [{"lf": "Hypertext Transfer Protocol", "freq": 3, "since": 1996}, {"lf": "hypertext transfer protocol", "freq": 3, "since": 1995}]}]}]
2019-03-11 18:04:51.047 D/OkHttp: <-- END HTTP (231-byte body)
```

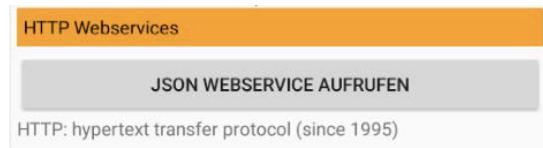


Abbildung 53: Demo: JSON-Service mit Retrofit konsumieren

## 6 Android 5 - Services & Broadcast Receiver

### 6.1 Service-Komponente

- Services wurden ursprünglich zur Kapselung und Erledigung von Hintergrundaufgaben eingeführt. Seit API 26 (Android 8 Oreo) stark eingeschränkt → System Performance Issues (zuviele Services in zu vielen Apps)
- **Heute:** Nur als Spezialfall „Foreground Service“ und zum Export der App-Logik (Sicherheitsrisiko) empfohlen (Bsp. Musikplayer)
- Für frühere Anwendungsbereiche: **WorkManager** empfohlen (Bsp. Location Update, Background Sync etc.)

#### 6.1.1 Service-Konzept

- Was **kann** ein Service?
  - Dem System mitteilen, dass eine Arbeit im Hintergrund ausgeführt werden soll  
`startService()` - Auftrag für Service erteilen
  - Gewisse Funktionalität (API) exportieren und anderen Apps anbieten  
`bindService()` - öffnet stehende Verbindung für Kommunikation mit Services
- Was kann ein Service **nicht**?
  - Kein separater Worker-Thread (per se)
  - Kein eigener Prozess (nur wenn als solcher definiert)
- Ein Service **kann und sollte** einen eigenen Thread für langandauernde Operationen starten

#### 6.1.2 Lebensarten & Lifecycle-Methods eines Service

- **Ungebundener Service:** Service verbleibt im Zustand RUNNING bis er explizit beendet wird  
Aufruf durch `startForegroundService(...)`
  - `onCreate()`: Bei Erzeugung
  - `onStartCommand()`: Auftragsbehandlung
  - `onDestroy()`: Bei Beendung (durch Service/App/System)
- **Gebundener Service:** Service verbleibt nur so lange im Zustand RUNNING wie Bindings existieren  
Aufruf durch `bindService()`
  - `onCreate()`: Bei Erzeugung
  - `onBind()`: wenn Komponente Verbindung herstellt
  - `onUnbind()`: wenn Komponente Verbindung beendet
  - `onDestroy()`: Bei Beendung (durch Service/App/System)

Auf der nachfolgenden Seite sind die Lifecycle-Methoden eines Service übersichtlich dargestellt.

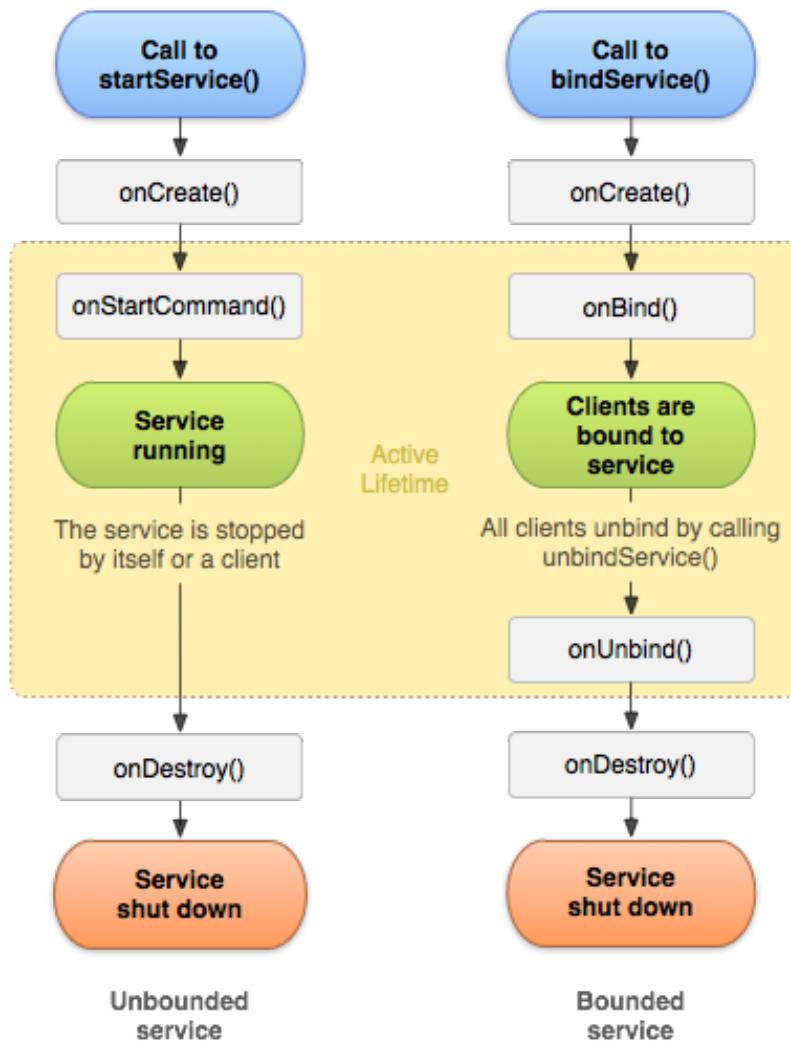


Abbildung 54: Lifecycle-Methoden von Services  
*Ab API 26 ist `startService()` → `startForegroundService()`*

### 6.1.3 Demo-Code eines Foreground-MusicPlayer-Service

- Hintergrundarbeit, die für den Benutzer wahrnehmbar ist
- Zeigt eine Notification, während der Service läuft
- Benötigt Permission: FOREGROUND\_SERVICE
- Interaktion / Steuerung des Service oft über Binding

```
public class DemoMusicPlayerService extends Service {

    @Override
    public int onStartCommand(Intent intent, int flags, int startId) {
        startPlayer();
        return Service.START_NOT_STICKY;
    }

    private void startPlayer() {
        if (playThread != null && playThread.isAlive()) return;
        startPlayThread();
        startForeground(NOTIFICATION_ID, createNotification("Playing..."));
    }

    @Override
    public void onDestroy() {
        stopPlayThread();
        stopForeground(true);
    }
}
```

The code is annotated with several callouts:

- A callout points to the `startForeground` call: "Wird bei startService() aufgerufen. Achtung: main Thread!"
- A callout points to the `onDestroy` method: "Wird bei stopService() aufgerufen"
- A callout points to the `stopForeground` call: "Es gibt keinen onStopService() Hook, nur onDestroy()."
- A callout points to the `startForeground` call: "Macht aus Bg-Service einen Fg-Service"
- A callout points to the `startForeground` call: "Muss innerhalb von 5s nach Start erfolgen"

Abbildung 55: Demo eines Foreground Service - 01

```
<manifest>
...
<uses-permission android:name="android.permission.FOREGROUND_SERVICE" />
...
<service
    android:name=".service.DemoMusicPlayerService"
    android:description="@string/musicplayerservice_desc"
    android:exported="false" />
...
</manifest>

new NotificationCompat.Builder(this, CHANNEL_ID)
    .setContentTitle("HSLU Music Player")
    .setTicker("HSLU Music Player")
    .setContentText(someText)
    .setPriority(NotificationCompat.PRIORITY_DEFAULT)
    .setOngoing(true)
    .setSmallIcon(android.R.drawable.ic_media_play)
    .setLargeIcon(...)
    .setWhen(System.currentTimeMillis())
//.setContentIntent(pendingIntent) // öffne Kontroll-Activity
//.addAction(...) // Notification-Actions hinzufügen
.build();
```

The code is annotated with two callouts:

- A callout points to the `CHANNEL_ID` parameter: "Channel muss 1x für App angelegt werden, am besten in Main Activity (siehe Docs)"
- A callout points to the `setOngoing` call: "Notification zuoberst, kann von User nicht wegeklickt werden"

Abbildung 56: Demo eines Foreground Service - 02

### Service starten:

(Im Intent können auch Parameter mitgegeben werden!)

```
1 public void startPlayerService(View v) {  
2     startService(new Intent(this, DemoMusicPlayerService.class));  
3 }
```

### Service stoppen:

```
1 public void stopPlayerService(View v) {  
2     stopService(new Intent(this, DemoMusicPlayerService.class));  
3 }
```

#### 6.1.4 Allgemeines Muster & „Stickyness“ von Services

- Ein Service wird beim App-Start oder beim Start eines Events als Foreground-Service gestartet und bleibt **alive**.
  - Der Service startet einen *Worker-Thread* oder *Thread-Pool*, der aktiv bleibt (zu Beginn ggf. idle).
  - Mittels `bindService()` kann synchron kommuniziert werden.
  - **Was soll mit einem Service passieren, wenn das System den App-Prozess zerstört und diesen später wiederherstellt?**
    - `onStartCommand()` returniert die gewünschte Verhaltensweise, dies ist für gebundene Service jedoch nicht wichtig
- Mögliche Rückgabewerte von `onStartCommand()` wären:
- \* **START\_STICKY:**  
Service nach Wiederherstellung automatisch wieder starten - `onStartCommand()` wird erneut aufgerufen, aber ohne Intent (Service sollte Zustand persistieren und wieder laden z.Bsp. Queue bei Musikplayer)
  - \* **START\_NOT\_STICKY:**  
Service nicht automatisch neu starten nach Wiederherstellung
  - \* **START\_REDELIVER\_INTENT:**  
Wie bei *START\_STICKY*, der ursprüngliche Intent wird jedoch nochmals ausgeliefert, damit parametrisierte Reinitialisierung möglich ist.

#### 6.1.5 Gebundene Services

- Service kann gebunden werden mittels `bindService(intent, connection, flag)`
- Client kommuniziert mit Service über `ServiceConnection`, damit kann die Funktionalität einer App exportiert werden (insbesondere mit einem „Remote Service“)
- Bindung lösen mit `unbindService(connection)`

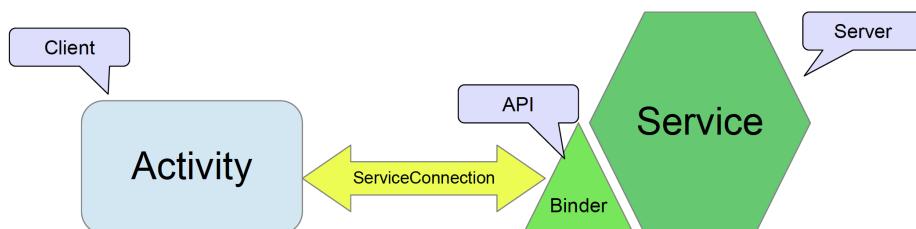


Abbildung 57: Verbindung bei einem gebundenen Service

**Involvierte Klassen bei gebundenem Service** (Die Namen der Klassen leiten sich von der dazugehörigen MOBPRO-Übung der SW05 ab und dienen blosß der Veranschaulichung der Klassen)

- **Service Interface** (MusicPlayerApi)  
Definiert die API eines Service
- **Binder** (MusicPlayer.MusicPlayerApiBinder)  
Implementiert das Service Interface und wird dem Client bei einer erfolgreichen Verbindung übergeben (Service-Stub / -Handle)
- **Service Connection** (MusicPlayerConnection)  
Definiert die Callbacks für eine erfolgreiche/verlorene Verbindung und enthält Binder-Objekte (= API) bei einer erfolgreichen Verbindung
- **Service** (MusicPlayerService)  
Implementiert onBind(intent) und gibt ein Binder-Objekt zurück
- **Client** (MainActivity)  
Ruft bindService(intent, connection(*Callback-Handler*, flag) (resp. unbindService(connection)) auf

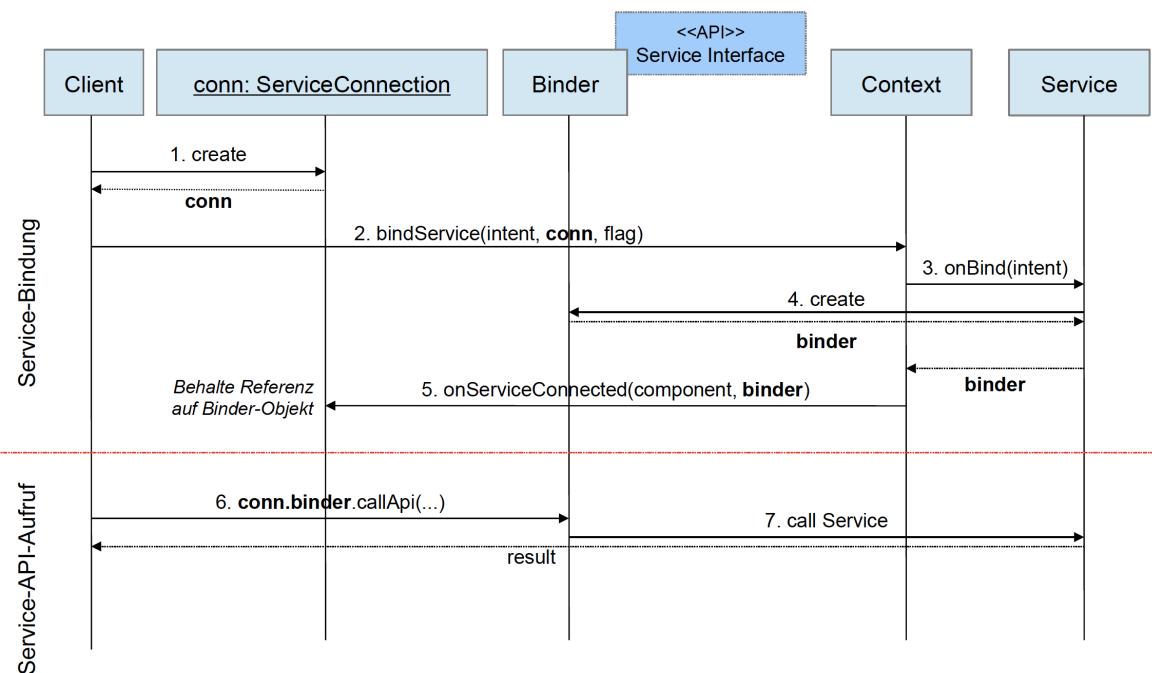


Abbildung 58: Ablauf Service-Bindung & Service API-Aufruf

### 6.1.6 Fortführung Demo Service

#### Gebundener Service: Music Player Service (4)

```

public interface MusicPlayerApi {
    String playNext();
    List<String> queryHistory();
}

@Override
public IBinder onBind(Intent intent) {
    return musicPlayerApi;
}

private class MusicPlayerApiImpl extends Binder implements MusicPlayerApi {
    @Override
    public String playNext() {
        return DemoMusicPlayerService.this.playNext();
    }

    @Override
    public List<String> queryHistory() {
        return DemoMusicPlayerService.this.queryHistory();
    }
}

```

The code is annotated with callouts explaining its components:

- Service API Definition:** Points to the `MusicPlayerApi` interface.
- Gibt Binder-Instanz zurück (=API Instanz):** Points to the `onBind` method.
- Service API Implementierung:** Points to the `MusicPlayerApiImpl` inner class.

Abbildung 59: Demo eines Foreground Service - 04

#### Gebundener Service: Client (5)

```

private void bindServiceToThisActivity() {
    if (!isServiceBoundToThisActivity()) {
        Intent intent = new Intent(this, MusicPlayerService.class);
        serviceConnection = new MusicPlayerConnection();
        bindService(intent, serviceConnection, BIND_AUTO_CREATE);
    }
}

private void unbindServiceFromThisActivity() {
    if (isServiceBoundToThisActivity()) {
        unbindService(serviceConnection);
        serviceConnection = null;
    }
}

public void playNextClicked(View v) {
    if (isServiceBoundToThisActivity()) {
        MusicPlayerApi api = serviceConnection.getMusicPlayerApi();
        api.playNext();
    }
}

```

The code is annotated with callouts explaining its components:

- Verbinden:** Points to the `bindService` method.
- Verbindung trennen:** Points to the `unbindService` method.
- API aufrufen:** Points to the `api.playNext()` call.

Abbildung 60: Demo eines Foreground Service - 05

## 6.2 Broadcast Receiver

- Broadcasts sind Nachrichten, es gibt einen app-internen „Message Bus“
- Alle Komponenten einer App können Broadcasts versenden und sich für den Empfang registrieren
- Das System selbst versendet ebenfalls Nachrichten bei gewissen Events (App installiert, Timer etc.)
- Aus Performancegründen stark eingeschränkt seit API 26, es werden nur noch sehr wenige Events global verteilt

### 6.2.1 Broadcasts versenden

- Broadcasts werden als Intents versendet
  - **Implizit** in der App via  
    `LocalBroadcastManager.getInstance(this).sendBroadcast(intent)`
  - **Explizit** an andere Apps über  
    `Context::sendBroadcast(intent)`
- Empfang von Broadcasts: Receiver (Empfänger)
  - Empfänger werden dynamisch im Code registriert:  
    `registerReceiver(receiver, filter)`
  - Können statisch im Manifest deklariert werden:  
    Tag `<receiver ...>` ← nur explizite Broadcasts, auch wenn App nicht gestartet

### 6.2.2 Globaler Broadcast Receiver

- Ein Broadcast Receiver ist immer nur so lange aktiv, wie die Bearbeitung der empfangenen Nachricht braucht.  
**(DON'T:** keine AsyncTasks, keinen Service binden, keine Dialoge anzeigen!  
**DO:** Activity starten, Service starten, Notification senden)
  - Ansonsten wird er inaktiv und vom System gelöscht
  - Erneute Erzeugung nur auf Abruf
  - **Nur** für den Empfang von expliziten Broadcasts geeignet
- Broadcast Receiver hat kein UI:  
Notifications für Kommunikation mit User benutzen oder einen Service starten für Hintergrundaufgaben

```
<receiver android:name=".BootCompletedReceiver">
    <intent-filter>
        <action android:name="android.intent.action.BOOT_COMPLETED" />
    </intent-filter>
</receiver>
```

Abbildung 61: Eintragen eines Receivers im Manifest

Dedizierter Broadcast Receiver Klasse erstellen:

```
1 public class BootCompletedReceiver extends BroadcastReceiver {
2     @Override
3     public void onReceive(Context context, Intent intent) {
4         // do something, when boot has completed, e.g. start a service...
5     }
6 }
```

Expliziten Broadcast an eine andere App versenden:

```
1 Intent broadcastIntent = new Intent("ACTION_MY_BROADCAST");
2 broadcastIntent.setPackage("ch.hslu.mobpro.other"); // Empfänger ID
3 sendBroadcast(broadcastIntent)
```

### 6.2.3 Lokale Broadcasts - „App Message Bus“

Broadcast Receiver erzeugen & registrieren im Code:

```
1 downloadCompleteListener = new BroadcastReceiver() {
2     @Override
3     public void onReceive(Context context, Intent intent) {
4         Toast.makeText(this, "Got it!", LENGTH_SHORT).show();
5     }
6 };
7
8 IntentFilter filter = new IntentFilter("mobpro.DOWNLOAD_COMPLETE");
9 LocalBroadcastManager.getInstance(this)
10 .registerReceiver(downloadCompleteListener, filter);
```

Nachricht versenden (Emitter):

```
1 Intent downloadComplete = new Intent("mobpro.DOWNLOAD_COMPLETE");
2 downloadComplete.putExtra("file", "Terminator2.mp4");
3 LocalBroadcastManager.getInstance(this).sendBroadcast(downloadComplete);
```

Broadcast Receiver deregistrieren (wenn er nicht mehr benötigt wird):

```
1 LocalBroadcastManager.getInstance(this)
2     .deregisterReceiver(downloadCompleteListener);
```

## 6.3 Work Manager & Broadcasts

- **WorkManager für Hintergrundtasks**

Repetitive oder einmalige Background-Tasks, die aufschiebbar sind, sollten via WorkManager erledigt werden.

- Wie findet die App heraus, wenn der Task abgeschlossen ist?

→ z.Bsp. mittels einem lokalen Broadcast (wird nur verarbeitet, wenn die App noch läuft bzw. so lange der Receiver noch registriert ist, bspw. um eine Liste von heruntergeladenen Dateien zu aktualisieren)

- Beispieldlauf mit WorkManager:

- Es ist ein lang andauernder Task vorhanden, bspw. Positionen von Objekten erkennen
- Dieser Worker-Task wird an den WorkManager übergeben
- Sobald die Positionen bestimmt wurden, werden diese mittels Broadcast zurückgemeldet
- Der Broadcast-Receiver hört auf diese Action und zeigt die Resultate in einem Toast

- Gradle Dependency:

androidx.work:work-runtime:2.0.0-rc01

- Nachfolgendes Beispiel funktioniert auch mit Threads

- Worker kann auch als wiederkehrender Task (auch mit anfänglichem Delay) registriert werden

- Arbeiten können auch in Graphen mit Abhängigkeiten definiert werden

```

public void startBackgroundTaskClicked(View view) {
    OneTimeWorkRequest getLocationTask =
        new OneTimeWorkRequest.Builder(LocalizeMissilesWorker.class).build();
    WorkManager.getInstance().enqueue(getLocationTask);
}

public static class LocalizeMissilesWorker extends Worker {
    public LocalizeMissilesWorker(Context context, WorkerParameters params) {
        super(context, params);
    }

    @Override
    public Result doWork() {
        Log.i("LocalizeMissilesWorker", "Getting location of missile");
        // determine number and location of missiles (long time)

        Intent result = new Intent("mobpro.ACTION_LOCALIZE_MISSILES");
        result.putStringArrayListExtra("missilePositions", positions);
        LocalBroadcastManager.getInstance(getApplicationContext()).sendBroadcast(result);

        return Result.success(); // or Result.failure() or Result.retry()
    }
}

```

Abbildung 62: Beispielcode für einen WorkManager

## 7 Android 6 - Intents, Fragments, App-Widgets

### 7.1 Intent Filters

- Bei **impliziten Intents**:

Steht der Empfänger nicht im Vornherein fest, es gibt nur eine Nachricht mit einem „Anforderungsprofil“ für den Empfänger

- Das System eruiert mögliche Empfänger (Intent Resolution)

Drei mögliche Fälle:

- Genau ein Empfänger gefunden → direkte Zustellung
- Mehrere Empfänger → Auswahl durch User per Dialog
- Kein Empfänger → ActivityNotFoundException

- Potentielle Intent-Empfänger deklarieren Intent-Filter im Manifest (oder deklarieren es in einem Broadcast Receiver)

- Das System vergleicht implizite Intents mit deklarierten Filtern und liefert die passenden Komponenten zurück

(Der Benutzer kann wählen, falls mehrere Filter passen und kein Favorit registriert ist)

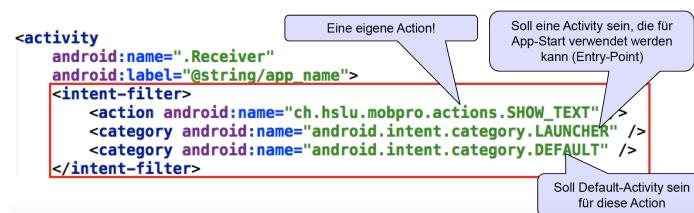


Abbildung 63: Intent-Filter im Manifest deklarieren

*Beispiel für eigene Intent-Action in den Vorlesungsfolien*

#### 7.1.1 Implizite Intents: Daten

Implizite Intents können (optional) folgende Daten enthalten:

- **Action**

Typ der Aktion, welche ausgeführt werden soll

Bsp. ACTION\_VIEW, ACTION\_EDIT, CUSTOM\_ACTION...

- **Category**

Kategorie der Komponente, welche diesen Intent ausführen soll

Bsp. DEFAULT, LAUNCHER, BROWSABLE...

- **Data**

Beschreibung der Daten, mit welchen gearbeitet werden soll  
(URI und Mime Type)

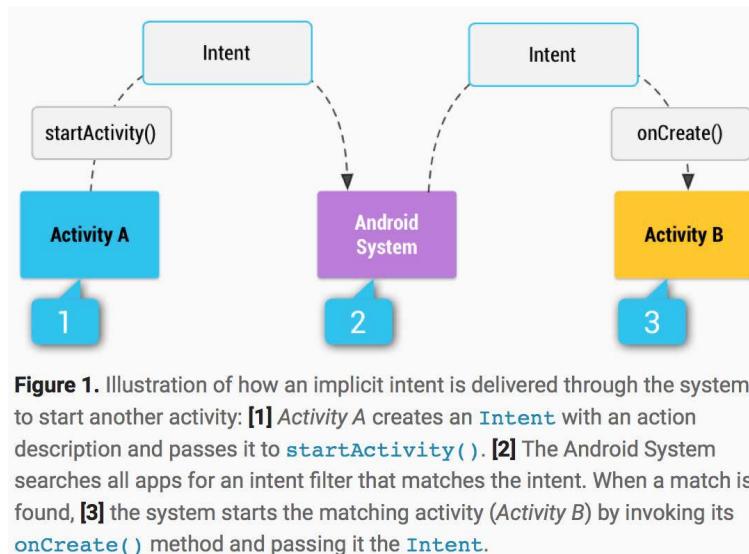
- **Extras**

Schlüssel / Wert-Paare für Zusatzinformationen

### 7.1.2 Implizite Intents: Auflösung von Intents

Das Android-System löst implizite Intents auf, indem die am besten zum Intent passende Komponente ausgewählt wird („Best Match“). Diese wird festgelegt durch Vergleich von:

- **Action:** Action des Intents muss im Filter sein
- **Category:** Jede Kategorie des Intents muss im Filter sein
- **Data (URI & Mime Type):** Alles im Intent unter „Data“ Aufgelistete muss zum Filter passen



**Figure 1.** Illustration of how an implicit intent is delivered through the system to start another activity: [1] Activity A creates an Intent with an action description and passes it to `startActivity()`. [2] The Android System searches all apps for an intent filter that matches the intent. When a match is found, [3] the system starts the matching activity (Activity B) by invoking its `onCreate()` method and passing it the Intent.

Abbildung 64: Übertragen von Impliziten Intents zw. Applikationen (Google Doku)

## **8 Android 7 - Hybrid WebApp**

This was such a fucking shitshow, there's nothing to even talk about here.

## **9 Android 8 - Entwicklungsansätze**